

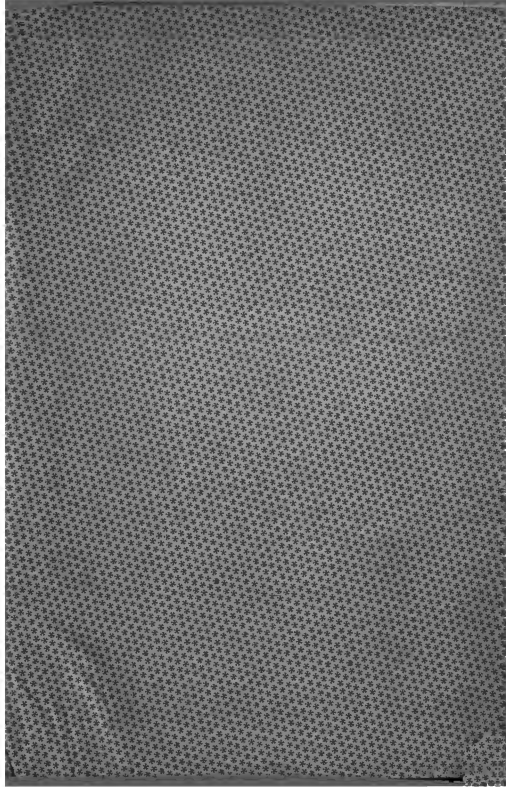
R. BIBL. NAZ.
Vitt. Emanuele III

Racc.
Paladino

B

67

NAPOLI









LEZIONI

III

ISTOLOGIA E FISIOLOGIA GENERALE

TIPOGRAFIA MORANO.

Racc. Paladino B. 67

LEZIONI

DI

ISTOLOGIA E FISIOLOGIA GENERALE

DEL

D.^r GIOVANNI PALADINO

Professore ordinario di Anatomia e Fisiologia sperimentale alla Scuola
Superiore di Medicina Veterinaria di Napoli.

~~~~~  
**Seconda Edizione**

*Accresciuta e migliorata, e seguita da 6 grandi tavole litografiche.*



~~~~~  
IN NAPOLI

presso

ANTONIO MORANO
Str. Toledo, 103.

|

DOMENICO MORANO
Str. Quercia, 14.

—
1874.

S'intendono riservati tutti quanti i diritti di proprietà letteraria
dell'Autore in conformità delle leggi su le opere dell'ingegno, essendosi
adempito a quanto esse prescrivono.

AL LETTORE

I nuovi metodi d'indagine microscopica hanno trasformato l'indirizzo e l'essenza degli studi istologici. Alla morfologia degli elementi anatomici e dei tessuti si è aggiunto il fecondo esame della loro fisiologia, cioè la ricerca delle loro proprietà ed attività vitali, sì che per l'istologo si tratta più di sapere come gli elementi e i tessuti si trovano e si comportano in vita, che come sono disposti quando son morti. E la Istologia passata di fatti non era che l'Anatomia microscopica del cadavere. Quindi a buon dritto oggi l'Istologia generale suona Fisiologia cellulare o, come si vuole altrimenti chiamare, Fisiologia generale, che è l'anima dei più alti problemi fisiologici, sia nel campo della nutrizione e della riproduzione sia in quello della innervazione, ed è il fondamento della migliore

Patologia. In ciò si trova la ragione e lo scopo di questo libro.

Del quale se io volessi misurare la bontà dalla generale accoglienza fatta alla prima edizione avrei di che superbire; ma io ho sempre reputata la rapida diffusione nè più nè meno che come il segno di un bisogno sentito e forse a proposito soddisfatto.

Possa questa seconda edizione corrispondere anche meglio ai bisogni della gioventù ed efficacemente contribuire al rigoglioso incremento dei buoni studi isto-fisiologici presso noi.

Napoli 1 Aprile 1871

G. PALADINO.

INDICE DELLE MATERIE

AL LETTORE	B 1
PREFAZIONE	v 1

SOMMARIO — Relazioni ed importanza dello studio dell'Anatomia, della Zoologia e della Fisiologia. L'Anatomia è il cuore della Zoologia e della Fisiologia. Fatti attuali e sviluppo nell'ordine storico di queste branche. Ruini e le Scuole Veterinarie. La Zoonomia normale e la patologica. La Medicina e la Zootecnia sono le scienze biologiche applicate. L'organismo non cangia ammalandosi. L'Anatomia patologica, la Fisiologia e la Nomenclatura sono le tre branche che fanno lo studio dell'organismo infermo. Bisogna individualizzare l'organismo e generalizzare la malattia. La Zoonomia nel campo della Clinica e della Zootecnia

Lezione I	II 17
---------------------	-------

SOMMARIO — Organismo e sua unità. Esseri organizzati, organici e minerali. Differenza tra loro e tra gli animali e le piante. Concetto Aristotelico scolpito da Linneo. La sensibilità e la motilità sono i due principali caratteri dell'animale. Regni della natura: minerale, vegetale, animale ed umano.

Lezione II e III	II 30
----------------------------	-------

SOMMARIO — Definizione dell'Anatomia e distinzione nelle sue varie branche. Esame di queste e come si possono ridurre a due (Embriogenia ed Anatomia descrittiva) stando ai fatti attuali della scienza. Cellule e loro definizione. Schema cellulare e dottrina di Virchow, di Arnold e Schultze, di Beale e di Brücke. Costituzione cellulare. Attributi morfologici e composizione chimica delle cellule. Ufficio dei singoli attributi morfologici e loro

relativa importanza. Comparazione della cellula animale colla vegetale. Cristalli, corpuscoli amilacei e granulazioni elementari.

Lezione IV. 51

SOMMARIO — Proprietà fisiche, chimiche e fisiologiche delle cellule.

— Si discorre dell' Imbibizione, della Coesione, dell' Elasticità, del Potere rifrangente dei vari attributi morfologici della cellula, del modo di comportarsi di quelli alla luce polarizzata, ed infine dell' Irritabilità. L' organismo vive nelle sue cellule. Ogni fenomeno vitale riconosce per condizioni: un corpo ed un mezzo (Bernard). Concetto meccanico della vita. Irritabilità e sua storia da Tommaso Cornelio a Virchow.

Lezione V. 71

SOMMARIO — Attività cellulari distinte in semplici ed in complesse.

— Le attività semplici sono fisiche e fisiologiche, e si riducono all' Endosmosi, alla Filtrazione ed al Movimento. — Le complesse poi si riducono alla Nutrizione, Riproduzione e Funzione. Distinzione delle cellule e loro derivati a norma delle attività complesse. — MOVIMENTO AMEBIFORME, e sua storia. Distinzione in movimento totale e granulare. Apparecchi e metodi di osservazione. Agenti fisici e fisiologici che l'attivano o l'ostacolano. Il movimento amebiforme è anche esteso nelle piante.

Lezione VI. 89

SOMMARIO — Il movimento vibratile. Poche nozioni storiche sullo stesso, e come ora si estende all'epitelio ciliare ed ai Zoospermi. Metodo di osservazione dell' epitelio vibratile, carattere e durata del movimento delle ciglia, agenti che variamente v' influiscono, condizioni ed utilità del movimento. I Zoospermi, il loro movimento, e le diverse condizioni favorevoli e sfavorevoli allo stesso. Il movimento ciliare non manca nelle piante.

Lezione VII ed VIII 101

SOMMARIO — Definizione dei tessuti e distinzione degli stessi in stabili e transitori ec. Forme dei tessuti e legge di ritorno degli elementi istologici. Ragione e bisogno di una classificazione dei tessuti. Criterii usati di mira da Galeno a Bichat e da Bichat a Virchow. Sviluppo della classificazione di Virchow, e come fra tutte è la più completa; leggi di continuità e di sostituzione istologica. Idee sulla classificazione di Virchow, e miglioramenti che i progressi della scienza oggi impongono di opportuni. Il sangue non è un tessuto: è il prototipo delle secrezioni interne; vantaggi che ne promanano per la patologia. Il tessuto capillare non è un tessuto superiore (Virchow), ma soltanto un tessuto dei congiuntivi. Il tessu-

to connettivo non è solo un tessuto di sostegno e d'irrigazione plasmatica, ma essenzialmente un tessuto germinativo. I suoi rapporti embriologici non si estendono quindi ai soli tessuti di sostanza connettiva, ma eziandio agli epiteliali ed oi superiori. L'unità istologica, e proposta di una nuova classificazione dei tessuti.

Lezioni IX e X 131

SOMMARIO—Tessuto germinativo—Sinonimia—Teorie di Schwann, Henle, Reichert, Virchow, Recklinghausen. Le fibrille, in sostanza omogenea, ed i corpuscoli germinali. Le forme di tessuto germinativo. Forma mucosa — F. fibrillare ordinario — F. rigida — F. essenzialmente trasparente — F. adenoide. Le varietà del tessuto germinativo. Varietà adiposa — F. pigmentica — F. elastica.

Lezioni XI e XII 162

SOMMARIO—Tessuto cartilagineo,—esame istologico e clinico. Forme del tessuto cartilagineo—cellulare, ialina, vitreola e fibrosa. Sviluppo e funzioni del tessuto cartilagineo. Tessuto osseo,—esame istologico e clinico.—Forme del tessuto osseo,—compatta ed areolare.—Sviluppo ed usi del tessuto osseo. Tessuto dentario. Suo sviluppo ed ufficio.

Lezione XIII 186

SOMMARIO — I tessuti di cellule: Endotelii ed Epitelii. — Gli epitelii si distinguono in tessuti epiteliali e glandolari. Endotelio — Le poche nozioni istologiche che si posseggono intorno ad esso. L'epitelio pavimentoso e sua composizione morfologica e clinica. Corpo mucoso del Malpighi e strato lucido. Canali che si trovano tra le cellule del primo! — L'epitelio cilindrico ec. L'epitelio vibratile. Il tessuto glandolare pavimentoso, il cilindrico, ed il vibratile, e loro parte nelle secrezioni. — Il tessuto della lente cristallina ed il tessuto dello smalto.

Lezione XIV 202

SOMMARIO—Tessuto muscolare e sua distinzione. Il tessuto muscolare striato e la sua costituzione istologica—Teorie di Bowman, di Kolliker e dei moderni. Composizione chimica—Proprietà fisiologiche della fibra muscolare —Sviluppo, accrescimento, e neoformazione della stesso. Tessuto muscolare liscio—Sua costituzione morfologica e chimica, e sviluppo — Sua distribuzione ed ufficio.

Lezione XV 214

SOMMARIO—Tessuto nervoso e sua distinzione. Esame istologico delle cellule nervose — Idem delle fibre. Composizione chimica di PALLADINO — Istologia e Fisiologia. b

entrambe. Rapporti delle cellule colle fibre nervose, e di queste cogli organi periferici—Purkinje, Tommasi, Remak quali primi scopritori della connessione delle fibre colle cellule nervose — Modi differenti di connessione — Sviluppo del tessuto nervoso e sue proprietà fisiologiche.

Leczione XVI. n. 227

SOMMARIO—La conservazione dell'organismo animale è dovuta al continuo ricambio di materia e di forza tra esso ed il mondo esterno. Vie di questo ricambio e sostanze che s'introducono e si escono. Paralello tra l'organismo animale e la macchina a vapore per i processi intimi che vi accadono e per le manifestazioni di forze. Trasformazioni delle stesse secondo un rapporto determinato: equivalente meccanico del calore. Somma delle calorie sviluppate in tutto l'organismo in riposo ed in lavoro. Valore delle perdite di calore per le diverse vie del corpo, e valore dell'energia potenziale degli alimenti introdotti. Stato della materia a cui si legano le manifestazioni attive. Il processo respiratorio è il fondamentale delle attività vitali, e sua differenza dalla respirazione interna ed esterna. Influenza del sistema nervoso sul processo respiratorio. Forme del processo respiratorio o distinzione dei processi cellulari.

Leczione XVII. n. 245

SOMMARIO—Il processo nutritivo si distingue in due fasi (De Martini): l'assimilativa e la riproduttiva. Esame della fase assimilativa.—Due condizioni sono indispensabili per l'assimilazione: 1° l'esistenza degli elementi anatomici, e 2° quella di un fluido nutritivo. Scambio tra il sangue ed i fluidi parenchimatosi mercè la filtrazione e la diffusione. Condizioni e leggi di entrambe. Dilatazione passiva ed attiva dei vasi. I tre momenti dell'assimilazione, cioè: 1° l'assorbimento per parte delle cellule del liquido nutritivo; 2° l'atto assimilativo propriamente, o fissazione del detto materiale nella cellula; e 3° la produzione della sostanza intercellulare. Esami di questi tre momenti e dottrine di Schwann e di Beale sul modo d'intendere i due ultimi. Accrescimento parziale e totale delle cellule.

Leczione XVIII. n. 262

SOMMARIO—Fase riproduttiva del processo nutritivo. A trattarla è utile distinguere in due parti: 1° come nascono le nuove cellule e quali sono le condizioni e i modi di questa produzione; 2° in che maniera propriamente nei tessuti si rinnovano le cellule. La dottrina della libera formazione cellulare propriamente detta.

Si esamina la dottrina della libera formazione cellulare — I due modi di genesi secondo la stessa — Entrambi si rifiutano perchè non poggiati su alcuna osservazione, o pure soltanto su illusioni. Dottrina cellulare propriamente detta — P rime osservazioni di Reichert in favore della stessa ed opinioni di questo autore. Le osservazioni più concludenti di Remak, di G. Muller e quelle generali di Virchow: Omnis cellula e cellula. Paralello tra le dottrine della genesi cellulare e quelle della genesi animale — Eterogenia ed esperienze di Redi e di Vallisnieri che prima la combatterono, e le altre di Spallanzani e dei suoi seguaci (Milne-Edwards, M. Schultze, Pasteur ec.). Ogni animale proviene da un altro animale, come ogni cellula da un'altra cellula — Omne vivum ex vivo. Modi diversi di riproduzione cellulare: scissione, gemmazione, endogenia, e probabilmente fusione o pure zigosi cellulare. Le cellule si rinnovano nei tessuti per moltiplicazione delle preesistenti e per migrazione dei leucociti dei luoghi vicini, e più particolarmente di quelli del sangue.

Lezione XIX **« 279**

SOMMARIO — Le varie condizioni che influiscono sul processo nutritivo — L'attività dei processi funzionali — La vascolarizzazione — L'innervazione — L'età dell'animale — La classe zoologica a cui questo appartiene — La temperatura, il clima, l'alimentazione — Il cloruro di sodio, l'arsenico ed altri agenti. Il processo nutritivo considerato nei singoli tessuti ed organi. Avvertenza sui processi funzionali. Cause e processi che portano a morte i tessuti.

Spiegazione delle Tavole **« 297**

TAVOLA I. Corpuscoli, Concrezioni, Cristalli, Cellule ed equivalenti cellulari, o colonie cellulari **« ix**

TAVOLA II. Cellule epiteliali, cellule cartilaginee e regetnti; Uova di elminti in differente grado di sviluppo; figure riguardanti i movimenti amebiformi **« 299**

TAVOLA III. Forme del tessuto cartilagineo; forme e varietà del tessuto elastico **« 302**

TAVOLA IV. Tessuti, osseo e dentario. Epitelio ed endotelio **« 303**

TAVOLA V. Tessuto glandolare e glandole **« 305**

TAVOLA VI. Glandola tiroide e terminazioni nervose **« 309**

PRELEZIONE

Sommario

Relazioni ed importanza dello studio dell'Anatomia, della Zoologia e della Fisiologia—

L'Anatomia è il cuore della Zoologia e della Fisiologia—Fatti attuali e sviluppo nell'ordine storico di queste branche—Ruoli e le Scuole Veterinarie—La Zoonomia normale e la patologica—La Medicina e la Zootecnica sono le scienze biologiche applicate—L'organismo non caglia ammalandosi—L'Anatomia Patologica, la Fisiologia e la Nosografia sono le tre branche che fanno lo studio dell'organismo infermo—Bisogna individualizzare l'organismo e generalizzare la malattia — La Zoonomia nel campo della Clinica e della Zootechnia.

Signori,

Nell'intraprendere oggi un corso di generali Lezioni, quale introduzione al complesso e difficile studio dell'Anatomia, della Zoologia e della Fisiologia sperimentale, mi sento quasi obbligato di parlarvi dei legami, che passano fra queste tre scienze, e dei vantaggi che il loro lungo e penoso studio arreca all'apprendimento delle mediche discipline. Non perchè credessi che il valore di una scienza debba valutarsi alla bilancia dell'utilità, nè tampoco per giustificare anche menomamente la unione delle summentovate branche in un solo insegnamento nelle scuole di Medicina Veterinaria; ma soltanto per ricavare dai primi utili precetti per l'ordinato svolgimento delle lezioni, e per accrescere in voi coi secondi, giovani diletteggianti, solerzia allo studio ed amore, a cui spesso fiate dovrete ispirarvi nel difficile cammino.

I.

Gli esseri organizzati animali, per ciò che riguarda i loro caratteri esterni ed interni, la loro organizzazione e le rispettive funzioni, formano l'oggetto vasto delle tre scienze su menzionate.

L'Anatomia , cioè , tratta dell'organizzazione e delle sue leggi.

La Zoologia studia complessivamente i caratteri esterni ed interni degli organismi per rilevare le loro forme variate all'infinito, notarne i cangiamenti e veder dappresso le tendenze della natura per ricostruire il piano secondo il quale il regno animale si è sviluppato , e per dedurre da esso il metodo naturale per classificarli e distribuirli.

E la Fisiologia si occupa degli atti vitali o degli atti funzionali degli organismi; ed a simiglianza di tutte le scienze naturali che studiano nelle attività dei corpi, i fenomeni, le leggi ed i processi, essa studia i fenomeni, le leggi ed i processi delle funzioni e degli atti della vita.

In altri termini, l'Anatomia esamina l'essenza morfogenica ed anche chimica dell' organismo animale e le sue leggi; la Fisiologia le attività che ne derivano; e la Zoologia , mettendo a contributo le cognizioni dell'una e dell'altra , stabilisce il carattere proprio di ogni individualità animale o di ciascuna specie.

Non è frattanto sì grave ed immenso subbietto che può entrare nelle mire del nostro studio. Il nostro scopo è d' assai più lieve e modesto: è quello di trattare l' argomento ristretto nei limiti degli animali domestici , alla cui conservazione in salute ed allevamento si lega tanta parte della pubblica prosperità.

L'Anatomia , la Zoologia e la Fisiologia , quantunque siano tre speciali scienze con limiti proprii ed individualità speciali , pure non si debbano considerare che come tre branche di una scienza sola , addimandata *Zoonomia*. Abbracciando esse i tre punti differenti , dai quali si possono studiare gli animali , hanno per la natura stessa dei risultati tale un legame di parentela tra loro , che per quanto più sembrano allontanarsi nelle singole elucubrazioni più si confondono , e per quanto più

si concentrano, per altrettanto si illuminano e mutuamente si perfezionano.

Quello che la Chimica, la Fisica e la Mineralogia fanno dei corpi bruti ed inorganici, la Zoonomia fa degli animali. Ad onta che le prime tre scienze studiano separatamente e ciascuna dal suo punto di vista particolare gli esseri bruti, pure in sostanza non sono che tre branche di una medesima scienza, della scienza del Cosmo inorganico.

Similmente la Zoologia, l'Anatomia e la Fisiologia sono tre branche di un'unica scienza, della scienza del microcosmo o del mondo piccolo tanto, per quanto difficile nel suo studio e mirabile nei suoi atti!

Consideriamo per poco il più grande fenomeno dell'Universo, lo sviluppo, cioè, embrionale dell'organismo. Le più grandi forze della natura concorrono a produrlo, e tutte ubbidiscono a leggi fisse e tendono ad uno scopo determinato.

L'uovo impregnato dal più notevole agente organico, lo *spermatozoide* che lo feconda, venendo in rapporto col più potente agente chimico, l'*ossigeno*, e sotto l'influenza favorevole dell'agente fisico necessario allo svolgimento di ogni funzione organica, il *calore*, diviene teatro di una immensa serie di fenomeni e di processi fisici, chimici e morfologici.

Il risultato n'è lo sviluppo di un individuo, e sia questi uomo, cavallo e scimmia, che per ottenersi ha dovuto la cellula prima (uovo) passare per un gran numero di trasformazioni attive.

In tutto ciò che parrebbe trovarsi il più stupendo fatto della Fisiologia, si ha appunto dominio dell'Anatomia; poichè in questa meravigliosa sintesi di tante grandiose funzioni una cosa notevolmente predomina ed è la genesi degli elementi anatomici colla loro successiva morfogenia, o la disposizione degli stessi in tessuti, organi, apparecchi, e quindi in organismo.

Seguiamo d'altra parte il zoologo nella distinzione delle *metamorfosi* degli esseri.

Chiare come sono nella vita degli insetti e di non pochi elminti, non mancano anche negli animali superiori con limiti assai meno marcati, e costituiscono il più bello acquisto della scienza moderna.

Vero che Ovidio le canta nel suo libro delle metamorfosi e le afferma nel classico verso :

Corpora vertuntur: nec quod fuimusve sumusve
Cras erimus....

Ma vi sono bisognati tre secoli di esperienze e di osservazioni perchè la scienza confermasse le parole del nostro poeta e perchè avesse potuto per esse acquistare se non *leggiassolute*, almeno *tendenze generali* dello sviluppo degli animali.

Ora la storia di questo sviluppo e singolarmente quella del passaggio dell'uovo degli insetti in larva, e di questa in crisalide, o bozzolo o pupa, e poscia in insetto perfetto; la specifica singolare di questi stadii colle loro modalità è fatta dal zoologo, ed entra infatti per un certo punto nel suo campo di studio; ma non appartiene realmente che alla Fisiologia ed alla Embriogenia comparata.

Dicasi altrettanto degli studii sui Cestodi e sui Trematodi che, pria che tali divenissero, attraversano i primi il periodo cistico ed i secondi quelli di sporocisti e di cercarie.

D'altra parte, se noi avviciniamo le cognizioni che costituiscono il patrimonio di ciascuna, vediamo facilmente una sorprendente illustrazione che a vicenda si apportano; e nella loro fusione troviamo il segreto come intendere la gran legge organica della *corrispondenza della funzione alla costituzione dell'organo che è deputato a compierla*.

Si dia anatomicamente uno sguardo al tubo alimentare, e si vedrà di leggieri la differenza della sua disposizione nei carnivori, negli erbivori e negli onnivori. In quelli è corto e stretto;

nei secondi è enormemente allungato e dilatato ; e nei terzi le proporzioni hanno una certa media tra le une e le altre.

E specializzando più l'argomento si può prendere ad esempio il cavallo e il bue, e si ha ad osservare la picciolezza e l'unicità dello stomaco del primo rimpetto alla grandezza ed alla quadricavità di quello del secondo; si ha inoltre a vedere la grandezza del volume dell'intestino crasso e del cieco nel solipede, e la picciolezza e lunghezza delle stesse parti nel ruminante.

Or questi fatti, che io potrei moltiplicare all'infinito, resterebbero muti e senza significato se non venissero interpretati colla Fisiologia. Restando là l'opera dell'Anatomico sarebbe troppo gretta e meschina, e assai gravosa e di nessuna morale sodisfazione, che pur tanta parte piglia nei compensi dello Scienziato. Ma apprendendo dallo studio delle funzioni che il tubo alimentare è destinato alle trasformazioni degli alimenti in succhi nutritivi, ed all'assorbimento di questi; sapendo dalla Fisiologia e dalla Zoologia che altro è il regime degli Onnivori, altro quello dei Carnivori ed altro quello degli Erbivori; conoscendo che sotto un dato volume più materia reintegrante introita il leone di confronto all'uomo ed al bue, si vede netta la ragione del perchè quelle differenze negli organi digestivi, e la loro relazione colle rispettive funzioni.

L'Anatomia così, da cadavere che resterebbe isolata, col soccorso della Fisiologia e della Zoologia, diviene la più meravigliosa scienza in sè, e viceversa la base ed il cuore della Zoologia e della Fisiologia.

Ragionevolmente, adunque, dicevamo che, più che tre scienze separate, sono tre branche di una scienza sola, i cui legami sono innumerevoli, estesi, sostanziali. E saggiamente affermava il Cuvier che l'Anatomia comparata è là *pierre de touche* in Fisiologia; imperocchè un sol fatto anatomico basta a distruggere un intero edificio d'ipotesi fisiologiche acquistate per altre vie che non siano quelle segnate dall'Anatomia.

L'Anatomia comparata è indispensabile alla Fisiologia anche speciale, la quale non ha il vantaggio della Chimica e della Fisica che trattando con sostanze brute bellissimamente ne possono scomporre i composti e studiarne gli elementi nella loro natura. La Fisiologia, in contrario, deve agire su parti che l'una separata dal tutto (organismo) è presa da morte e cambia natura. Per ciò l'indispensabilità dell'Anatomia che, esaminando tutte le specie animali, dalla più complicata alla più semplice, mette in rilievo gli organi che nell'una esistono e che nell'altra possono mancare. Nasce di qui la conoscenza degli strumenti della vita sì essenziali che accessori, e la possibilità di fare, quanto non è possibile in laboratorio, la sintesi cioè dell'organizzazione dal zoofito all'uomo, e viceversa l'analisi da questo a quello.

II.

Se pur ciò non bastasse a provare la nostra tesi, troviamo un valido appoggio nella storia. E non certo per rinfocolarlo in essa tutta la potenza evolutiva dello spirito umano, siccome è vezzo di certuni amanti troppo del passato; ma per leggervi la vita delle scienze, l'opera degli uomini e delle cose, ed apprezzarne la relativa importanza dai rapporti mutui e dalla vicendevole benefica influenza.

L'albero delle conoscenze umane non è sorto d'un tratto. Le scienze biologiche, e per esse l'Anatomia, la Zoologia e la Fisiologia che ne formano la parte teorica e fondamentale, hanno un marcato posto fra le scienze fisiche e sociali.

Tal'è logicamente l'ordine di loro filiazione, ed è tale storicamente l'ordine nel quale doveva operarsi il loro sviluppo, nel quale in effetti si è operato e prosegue tuttavia.

Questo stesso ordine, questa stessa filiazione noi troviamo singolarmente nello sviluppo dell'Anatomia, della Zoologia e

della Fisiologia. Considerasi l'uno o l'altra, come vuoi, che entrambi esprimono le relazioni che siffatte scienze hanno tra loro.

Se la Zoologia fu prima e più generalmente coltivata delle due altre branche anzidette, ciò non pertanto non fu insieme alla Fisiologia scienza che dopo i positivi progressi dell'Anatomia.

Una scienza qualsiasi esiste soltanto, quando dei fatti possiede le leggi, ne sa l'essenza, ne conosce i rapporti. Se diversamente mai fosse, la medicina sarebbe da gran tempo la *scienza delle scienze*; perchè non vi è branca nello scibile umano più ricca di fatti, più piena di dati, più riboccante di osservazioni.

Or la zoologia, come studio dilettevole, è antichissima. Essa nacque coll'uomo, e tutti i popoli primitivi dandosi alla caccia, ricorrendo alla pesca, allevando animali, divennero, loro malgrado, i primi zoologi. La Genesi monumento misterioso della creazione del mondo e degli animali, i King libri cinesi salvati in parte dal rogo che i popoli del celeste Impero innalzarono per distruggere la dinastia di quel nome, i libri della Persia e i monumenti egizii, capitoli storici più veritieri perchè immuni dalle passioni degli uomini, sono i codici a cui devesi ricorrere per trovare l'origine della Zoologia con tutta la Storia Naturale.

Progredì notevolmente presso i Greci, e per opera singolarmente di Aristotile che, qual gigantesco faro, s'innalza in tutta l'antichità di cui per ventuno secoli tenne la direzione nel mare del sapere. Da lui la Zoologia con tutta la storia naturale venne estesamente coltivata, e da lui la filosofia s'ebbe un impulso potente, e tutte le sue dottrine per lunga pezza non vennero che commentate.

Con tutto ciò vera scienza zoologica non vi fu; nè per tale poté passare pei numerosi scritti del Plinio, pei felici inizi

del Cispalino, del Malpighi, del Redi, o pei splendidi tentativi del Linneo, di Bonnet, di Buffon. Perchè alla fine sorgesse, bisogna giungere allo spirare del secolo passato, quando cioè comparve sulla scena scientifica il Cuvier che, dotato di mirabile ingegno felicemente osservativo e sintetico, in possesso di mezzi da non fargli invidiare la fortunata posizione dell' Aristotile e con un capitale enorme di sparpagliate osservazioni degli antecessori, compì una vera rivoluzione nelle branche della Storia Naturale. Per una via opposta a quella seguita da Schelling in Germania esaminò estesamente l'organizzazione animale e ne dimostrò le leggi; l'analizzò nelle forme sue svariate ed immense e ne creò i tipi. Fu il vero fondatore dell'Anatomia Comparata e con essa della Zoologia; e mettendo a contributo le conoscenze che ogni giorno più a questa accresceva, potè far rivivere cadaveri, disepellire le specie primitive, e concatenandone gli avanzi, potè far risorgere tutto quel mondo antico da cui eravamo stati separati per tanti secoli e tanti cataclismi.

Accanto a Cuvier convien ricordare l'immortale autore della *Filosofia Anatomica*. Geoffroy-Saint-Hilaire, partendo come il Cuvier dai fatti, seppè trarne conseguenze più generali ed imprevedute e fece viemaggiormente scientifica l'Anatomia. Fondatore del metodo degli *analoghi* e della teoria dell' *unità di composizione* non si limitò colle sue indagini alla sola natura esistente; ma studiandola nel suo germe, nel suo sviluppo e nel suo avvenire si avvicinò alla gradevole *unità organica* che Buffon avea appena intravveduta. Egli si preoccupa soltanto delle rassomiglianze. La forma e le funzioni degli organi secondo lui non hanno stabilità; i soli *rapporti* ne sono invariabili. Perciò col *principio delle connessioni*, che fonda e sempre più consolida, innalza l'Anatomia a vera scienza.

D' allora in poi l'opera dell'Anatomico è stata grandiosa, sublimemente scientifica; poichè all'esattezza matematica ac-

coppiava, come scopo, la conoscenza merovigliosa della più grand' opera della ereazione, qual' è appunto l' animale organismo.

Ed il zoologo non ha avuto più bisogno di *sistemi*, figli dell' artificio e della sbrigliata immaginazione, per distribuire gli animali, ma ha dato *metodi* reali in fondo, quanto la realtà e l' immutabilità delle leggi della natura.

Nell' istessa guisa il Fisiologista ha potuto avanzarsi più libero e sieuro nell' interpretazione degli atti vitali, ed anche quando ha seguito fantasmagorie più ehe dottrine ha provato negativamente il valore delle cognizioni anatomiche per la Fisiologia.

Galenò, a cui dobbiamo sempre ricorrere quando si parla della Fisiologia dei tempi antichi, incarna la più splendida pruova di quello che asseriamo. Nel suo classico libro *De usu partium*, se pur vi hanno notevoli osservazioni e qualche bella esperienza registrata, non mancano errori quasi ad ogni pagina di fatti e di dottrine, e tutti derivanti dalla pochezza delle conoscenze anatomiche e dalla inesattezza di quelle che si possedevano e di cui egli stesso in gran parte era stato l' autore. Ma quello, che rinfranca e fino ad un certo punto solleva, si è la vastità dei concetti, la complessità delle idee, la completezza dei pensieri, che lasciano in ogni momento scorgere la mente dello scienziato.

Raddrizzati gli studii anatomici dal Vesalio e fecondati splendidamente dal Colombo, dall' Acquapendente e dal Cesalpino, avemmo i primi lavori positivi in Fisiologia ehe si raggruppano nel libro di Harvey sulla circolazione del sangue, la prima interpretazione e dimostrazione della quale si appartiene ai due illustri Italiani prenominati, Colombo cioè e Cesalpino, ed al Ruini del pari italiano.

Posteriormente ogni dato anatomico fu una conquista fisiologica, ed oggi stesso i più delicati argomenti di Fisiologia

attendono la maggiore soluzione dagli avanzamenti dell'Anatomia microscopica.

Questa storia è quella della Veterinaria, la quale nacque in modo positivo col Senatore Bolognese Ruini. L'Anatomia del cavallo di questi pubblicata nel 1594, più che un progresso, è da considerarsi come la prima solida base gettata per l'edifizio veterinario; è da ritenersi come l'inizio di studii seri limitati agli animali domestici. Vi sono in essa pagine stupende, ed io non so senza meraviglia e profonda ammirazione per quell'uomo ricordare la descrizione che dà dei movimenti del cuore e del giuoco delle rispettive valvole. Non senza che, si mette il senatore Bolognese da alcuni innanzi ad Harvey nella dimostrazione del circolo sanguigno. Ed in fatti riunendo la descrizione che il Colombo dà della circolazione pulmonale e le prove sperimentali del Cesalpino per la direzione del sangue nelle vene, mercè la legatura, all'esposizione del Ruini sull'ufficio delle valvole del cuore nei suoi movimenti, si ha la più compiuta idea delle vie che percorre il sangue durante il suo perenne giro per l'organismo, e della parte che ci pigliano il cuore e tutti i vasi sanguigni.

L'opera del Ruini andò perduta, poichè non vi furono uomini addetti agli studii veterinarii che ne potevano raccogliere l'eredità, fino alla fondazione delle scuole veterinarie fatte dal Bourgelat. In questi istituti i primi studii furono gli anatomici ed accoppiati come meglio si poteva agli studii di Fisiologia hanno per lunga pezza formata la parte più seria delle conoscenze veterinarie. Ma progrediti che furono a sufficienza, gli studii di Patologia si continuarono con migliori auspici e con gran beneficio della scienza e della pubblica ricchezza.

Dopo ciò che precede ad una conclusione dobbiamo giungere, ed è che tutte e tre le anzidette scienze non sono in ultimo che branche di una scienza sola, di cui è cuore l'anatomia. Come quest'organo è centro dell'organismo ed irraggia

ad esso il sangue e la vita, così l'anatomia è fondamento della Zoologia e della Fisiologia, o ne promuove il progresso, da cui essa stessa riceve illustrazione e perfezionamento.

III.

L'importanza di queste scienze per la medicina e chirurgia umana e veterinaria è oramai incontrastabile. Poco e male si dice quando si ritiene che le branche mediche si appoggiano sulle scienze biologiche, o che queste ne formino le *scienze affini*. La *Medicina* non è che la *Zoonomia* per sè stessa presa ad un punto di vista speciale e sviluppata nelle parti in cui ci può essere direttamente utile. L'una e l'altra si confondono obbiettivamente, ed i rapporti intimi ed immediati le riuniscono in un gruppo solo distinto in due sottosezioni: le scienze biologiche teoriche da una parte (Zoologia, Anatomia, Fisiologia) e le scienze biologiche applicate dall'altra (Medicina, umana e veterinaria, Zootecnica).

La cognizione estesa ed esatta dell'organismo, sia nello stato sano, che nel morbo, ci fa anche più chiara e facile la realtà di questa considerazione. Per essa (cognizione) noi vediamo che non vi è un abisso che separa la sanità dalla malattia; ma che sono sempre gradi, e bene spesso insensibili, tanto che stati morbo si li per iniziarsi spariscono senza soccorso di sorta. Noi vediamo di più, che gli stessi processi morbo si non sono che i normali esagerati o perversi sotto condizioni speciali e rapportandosi sempre ad un tipo di funzione sana. Concepite che un organo od una parte qualsiasi del corpo animale si nutrisca più dell'ordinario, e che i suoi elementi sotto l'ipernutrizione esagerano la loro moltiplicazione, e tal fiata la loro funzione, attraversino modificandosi le loro metamorfosi evolutive, ed avrete il concetto anatomico più rea-

le ed esteso della flogosi con tutte le sue possibili conseguenze. Rappresentatevi quanto succede in certe normali funzioni, come la secrezione sebacea delle glandole cutanee il cui epitelio si degenera in grasso, ed imparerete il processo di tutta una gran serie di alterazioni patologiche che si chiamano: *degenerazione adiposa*. Fate che la facoltà sensoria e motrice dei nervi si accumula o si estingue, ed apparerete i dati per intendere la più gran parte delle così dette nevrosi e delle paralisi.

Le leggi che regolano le funzioni nell'organismo sano sono quelle, ma alterate, che l'imperano nel morbo.

I meccanismi o gli atti sono i medesimi, come le stesse ne sogliono essere le manifestazioni. Ma, poichè gli uni e le altre si compiono sotto circostanze eccezionali ed abnormi, così si attuano in modo non compatibile colla sanità. Sempre, però, « le parti che costituiscono la malattia sono le stesse che costituiscono la vita e la funzione di ciascun'organo nello stato sano, cioè le *condizioni, l'atto e la manifestazione vitale e funzionale*. »

« Medesimamente la malattia, come stato morbo dell'organismo vivo, è costituita da tre parti: *alterate condizioni organiche, atto alterato e manifestazione alterata della vita e della funzione*. » (de Martini).

Il metodo di esame, per ciò, non può essere che il medesimo, ed i mezzi in gran parte son quelli che adopera il Fisiologo nell'indagine delle funzioni sane. Soltanto, se nella maggioranza dei casi, tutti i particolari dell'intimità dell'atto funzionale non si sanno comprendere, l'è per il poco sussidio che fornisce tuttavia la chimica biologica, al cui avanzamento è collegata la conoscenza di tutta la serie delle metamorfosi, che si succedono tra l'unico plasma del sangue e tutti i diversi elementi dell'organismo nelle diverse loro fasi di attività: nutritive, funzionali, riproduttive.

Ad ogni modo la *sanità e la malattia*, ad onta che l'una sia

la negazione dell'altra, sono il risultato di attività essenzialmente identiche, e differenti soltanto per gradi più o meno incompatibili colla vita normale.

E conseguentemente « l'organismo col diventare ammalato non diventa un'altra cosa, ma assume delle forme diverse e neppure nella sua totalità, le quali rientrano in ogni caso nella sfera delle sue possibili attività organiche. » (Tommasi).

L'esempio comune e volgare, che un artefice, può tanto più accomodare i difetti o i guasti di una macchina per quanto più ne conosce il regolare meccanismo, è stato sempre citato in teoria dai Medici dell'uomo e degli animali, e stranamente obliato in pratica. Fin la remota antichità ci fa sapere per Galeno: *cuiusque morbi tanta est magnitudo, quantum a naturali statu recedit*. Ma quando noi riflettiamo la clinica di quei tempi o leggiamo i libri di cose mediche siamo costretti a ritenere che, so era avvertito il bisogno della conoscenza dell'organismo sano per studiare le malattie, non era egualmente soddisfatto in pratica per deficienza in buona parte di queste cognizioni istesse; ed il famoso apoftegma galenico s'ebbe più la felicità dell'intuito, fu più l'espressione di una necessità sentita, che la dimostrazione della realtà. I Medici posteriori e con essi i Veterinari, che anche imperfettamente ne seguirono le orme, serbarono lo stesso andazzo, ed oggi stesso, che par tutto diroccato l'antico edilizio, non si può evitare che si parli e si scriva dell'indirizzo ippocratico, nè che uno, non volendo, s'imbatta ad ogni passo in strenui difensori e passionati seguaci del vecchio di Coo.

Se frattanto volessimo renderci ragione di questo falso indirizzo in Medicina umana e per lunga pezza in Medicina Veterinaria oltre che è sufficiente in gran parte quella dell'ignoranza avutasi sull'organismo e sulle sue funzioni, io la trovo altresì nel fatto che in Clinica si è avuto sempre per obbiettivo la *malattia* e non l'*organismo* infermo. Si è troppo generalizzato l'organismo e molto individualizzata la malattia, di-

ceva assai bene l'Huffeland; mentre che si deve, se sia possibile, *generalizzare la malattia ed individualizzare l'organismo*.

Ecco dove stà il segreto del periodo attuale della Medicina ed ecco quale ne deve essere il motto pel suo vessillo. Si comprenderà allora agevolmente che non lo formolo, nè i quadri sinottici faranno il Medico nel suo largo senso; ma la conoscenza estesa dell'organismo per ciò che riguarda la sua organizzazione (Anatomia), le sue funzioni (Fisiologia) e le sue forme o caratteri (Zoologia).

Soltanto l'organizzazione malata colle sue funzioni e caratteri costituisce il campo della vera scienza medica, ed è perciò che accanto all'*anatomia normale* si ha la *patologica*, colla *Fisiologia normale* si ha *quella dell'organismo infermo* (Magen-die), e colla *Zoologia* abbiamo, oltre la *Teratologia*, la *Nosografia*, la quale se pur da quella differisce l'è per la poca estensione del soggetto in quanto che abbraccia una parte dell'organismo, e per la temporaneità dei fatti a caratterizzare, poichè le malattie non durano tutta la vita.

Malamente, poi, in Fisiologia si è tradizionato il concetto della *sanità*. Questa subentra solo coll'Igiene; ed anche nel suo assolutismo la Fisiologia deve abbracciare il processo della vita nello stato sano e morboso. Che anzi, come bene si appone il Vierordt, i risultamenti fisiologici sono validi allorquando nulla vi si oppone nel corrispondente campo della Patologia, e viceversa. I migliori schiarimenti su di un fatto fisiologico si ottengono talvolta studiando le funzioni sotto condizioni anormali, ed appunto nelle malattie si presentano alcuni casi, in cui la natura porge tali mezzi di esperimento che all'arte sarebbe tornata affatto impossibile di procurarsi.

Cosicchè l'Anatomia patologica, la Fisiologia patologica e la Nosografia formano la *Zoonomia patologica* o la scienza dell'organizzazione malata, la quale, eccetto l'incompatibilità

colla sanità, funziona cogli stessi processi, coi stessi mezzi e sotto l'impero delle stesse leggi che nello stato normale.

Con tutto ciò essa non costituisce tutta la Medicina. Il problema che al Clinico in esercizio si presenta è complesso: *l'individuo malato dev'esser guarito o alleviato del suo male.*

Il che importa conoscenza dell'affezione morbosa, o in altri termini del disturbo statico e funzionale di tutto o di una parte dell'organismo, determinazione delle cause che hanno prodotto questo nuovo stato, e conoscenza dei mezzi che possano lenirlo o debellarlo.

Si comprende di leggieri che alla prima parte si giunge colla Zoonomia patologica, e ci affrettiamo di dire che alla seconda come alla terza non si arriva sicuramente che colla applicazione delle cognizioni della stessa. Ed in fatti, sia che si tratti di un'alterata azione degli agenti esterni e comuni che fungono da cause, sia che si tratta di agenti accidentali e straordinarii, è mestieri si sappiano le loro attività nello stato sano, perchè se ne potesse giustamente apprezzare il valore nello stato patologico; e ciò importa conoscenza estesa della scienza dell'organismo. E d'altro canto sia che si deve ricorrere a mezzi interni od esterni e comuni per procurare la guarigione, sia che si dovrà far uso dei rimedii energici e straordinarii, la loro scelta dipende sempre dalla cognizione delle loro azioni nell'organismo sano. Se a ciò si giunge mercè operazioni speciali, non pertanto il loro procedimento come i loro risultati sono dominati potentemente dalla Zoonomia; anzi ne formano un'altra specie ed utilissima applicazione.

Eppur qui non si limita la sua importanza in Veterinaria.

Al di sopra di un meschino capitale che si salva il più spesso colla Clinica dei bruti, vi ha tutta la proprietà di una Provincia e di un'intera Nazione che si può creare colla *Zotecnica* o colla scientifica direzione della *produzione* degli animali domestici. È questo un fatto capitale soprattutto in Italia, schiava tutt'ora allo straniero per l'acquisto di cavalli pel suo esercito e di boviui per la sua alimentazione. La soluzione e-

satta di questo quesito, mercè, cui un'ingente somma monetaria resterebbe sui nostri mercati, risiede in grandissima parte nella Zoonomia; poichè è dessa sola che può far produttivo e scientifico questo ramo di industria, e far sorgere una nuova ricchezza per la nostra Nazione, che n'ha tanto bisogno pel suo definitivo assestamento e per il suo progresso avvenire.

LEZIONE PRIMA

SOMMARIO — Organismo e sua unità — Esseri organizzati, organici e minerali — Differenza tra loro e tra gli animali e le piante — Concetto Aristotelico scolpito da Linneo — La sensibilità e la motilità sono i due precipui caratteri dell'animalità — Si discutono l'obbiezioni degli animali fissi e delle piante mobili — Aggiunzione del Cuvier di altri caratteri. Regni della natura: minerale, vegetale, animale ed umano.

I.

L'insieme di più parti ordinatamente associate, che hanno ragione di esistere nel tutto che compongono, si addimanda *Organismo*.

L'Organismo suppone naturalmente un corpo organizzato, che ha avuto e può avere un'esistenza separata. Il cavallo, il bue, la quercia ecc. sono altrettanti organismi, e l'osservazione anche la più volgare non può non riconoscervi una splendida armonia, un certo ordine legittimo nella disposizione delle varie parti, ciascuna delle quali dotata di forze particolari serve al tutto, è dominata da esso, ed agisce sol perchè vi è annessa o ne è una dipendenza.

Queste parti qualificate sin da remota antichità con termini generici di *similari* e *dissimilari*, pei progressi importantissimi delle scienze biologiche, si son ridotte alla *cellula* o ai suoi derivati, elementi tutti anatomici e fisiologici speciali, di cui più innanzi discorreremo. Dimostrata la cellula la prima volta, or son due secoli, dal *Malpighi*, che ebbe la felice idea di applicare allo studio della Storia Naturale il Microscopio, non prese l' generale importanza che dal 30 in poi per opera dello *Schleiden* e dello *Schwann*. Ed oggi mercè i lavori d' indefessi e numerosi osservatori, alla cui testa devesi mettere il *Virchow*, le cellule colla loro

vita, colle loro metamorfosi ecc. occupano tutto il campo delle scienze dell'organismo. Con ciò non si è al certo voluto rimpicciolire queste scienze, siccome pretendono troppo leggermente alcuni; ma specializzarle sempre più, e farle reali colto studiare più dappresso i focolaj dell'organizzazione e della vita, per renderne il problema men arduo, che oramai ci si rappresenta come la luna dietro i monti: par d'averla tra le braccia ed è mai sempre lontana.

Sebbene la cellula è parte vivente e non recipiente della vita (Virchow), pure tutta la vita non è legata alla cellula. Per una naturale reazione al nessun calcolo fattone pel passato, se n'è voluto accrescere di molto il valore; ma oggi che sulle orme della passione si fa strada la ponderatezza non altro può riconoscersi alla cellula che la potenzialità e fino ad un certo punto il modo di funzionare, e la determinazione o l'attività della funzione stessa è conseguenza delle relazioni che ha colle altre cellule e dello scopo finale a cui è indirizzata nell'organismo. Si tolga una somma di cellule ad un animale, e il risultato n'è la mutilazione di questo o la morte delle prime: si levi poi qualche notevole ed interessante parte, e colla sua distruzione vi ha tutt'intera quella dell'essere a cui apparteneva. Egli è perciò che la casualità nei fenomeni biologici bisogna trovarla singolarmente nei rapporti d'insieme delle parti organizzate, e quindi può passare l'immagine che l'organismo sia una società di cellule viventi, un piccolo stato regolarmente costituito, con tutti i suoi impiegati superiori ed inferiori, ove si trovano padroni e servitori, grandi e piccoli.

II.

L'organismo od essere organizzato devesi distinguere dai corpi organici e dai minerali — Quello ha il suo fondamentale carattere nell'armonia reciproca delle sue parti e nella loro unità, di cui abbiamo già parlato, ed i secondi come i terzi, nella vece, ne mancano, poichè ogni loro molecola può rappresentare il tutto. Oltre a ciò, gli esseri organizzati, i corpi organici ed i minerali hanno altri caratteri differenziali, su cui ci dobbiamo un momento fermare, e perchè formano il primo argomento a trattarsi

in qualsiasi branca delle scienze naturali, e perchè costituiscono un argomento antico e non per'anco generalmente risoluto.

Cominciamo dapprima dalle differenze dei corpi organizzati e dei minerali.

I primi hanno legato la loro esistenza ad un movimento continuo delle loro parti, sia fra esse che col mondo esterno, ed i secondi reggono per quella tale inerzia o difetto di altitudine che hanno per apportare da sè stessi cangiamenti al loro stato. Linneo assai felicemente diceva *i corpi bruti sussistono*, mentre *gli esseri organizzati vivono*, e la vita è l'azione continua ed ordinata delle parti che costituiscono l'individuo organizzato.

Tra gli uni e gli altri, poi, abbiamo i corpi organiei analoghi ai minerali: soltanto che la loro ordinaria origine stà nel lavoro delle parti organizzate — Con esse ed in generale cogli organismi non hanno altra comunanza che d'esserne sostanza e prodotti, e pel rimanente si asseriano coi minerali, essendo, come questi, aggregati od ammassi di materie. Gli organiei come i minerali sono corpi a composti definiti, che cangiano stato senza cangiar natura: solidi cristallizzano, e liquidi presantano un punto di ebullizione costante.

Tenendo alla loro origine hanno una composizione comune a tutti e fatta di pochi corpi, ad onta che i loro caratteri sono immensamente differenti; e sono molto instabili nel loro stato per la complessità della rispettiva costituzione. La quale non stà, come un tempo credevasi nel numero de' corpi che concorrono a formarli, ma nel grandissimo numero di molecole elementari che ammettono in un gruppo molecolare — Entrambi questi due ultimi caratteri li distinguono dai minerali, i quali risultano da tutte le possibili combinazioni dei corpi semplici che attualmente si conoscono, e si compongono nei loro gruppi di un numero relativamente piccolissimo di molecole elementari.

Sono i corpi organiei che la Chimica attuale per via sintetica e coi suoi ordinarii mezzi per gran parte ottiene, ad esempio l'alcool, lo zucchero, il grasso ecc.; e sono questi risultati splendidissimi che fanno rinchiusere tutti i fatti dell'organizzazione e della vita nel dominio delle conosciute forze fisico-chimiche. — Ma ci sia permesso di obiettare: il chimico che ci fa per es. l'acido formico, la glicerina e simili, ci ha fatto forse la cellula od un suo equivalente? Ci può forse fare, come l'acido stearico, come lo zue-

chero e simili, un fegato e sia nella forma più semplice, un tubo digestivo e sia pure nella sua forma tipica? Ecco dove stà il meraviglioso, il grande del mondo organizzato, ed ecco quello che in laboratorio non si arriverà forse mai a realizzare.

Tornando ai corpi organizzati ed ai minerali possiamo così riassumerne le differenze in quanto ad origine, stato, vita o sussistenza e fine.

1. I corpi organizzati provengono da altri corpi organizzati a loro simili. I minerali, invece, si trovano formati o si formano a volontà mercè il concorso esclusivo delle forze fisico-chimiche.

2. Gli esseri organizzati hanno forme particolari e tipiche finchè durano, e non si possono cangiare senza comprometterne l'esistenza. I minerali, all'opposto, senza cangiar natura pigliano indistintamente lo stato solido, liquido e gassoso, e cristallizzando acquistano forme poliedriche determinate (cristalli).

3. Non agiscono nei minerali che le forze dell'attrazione molecolare e dell'affinità chimica, e sotto l'impero di esse per sovrapposizione possono crescere indefinitamente; mentre gli esseri organizzati hanno nel loro accrescimento un certo limite e lo fanno per un processo interno e molecolare detto d'*intususcezione*. Negli uni e negli altri il processo di deterioramento — la riduzione — si fa del pari oppostamente: è superficiale nei minerali, ed intima negli esseri organizzati.

4. I primi possono durare indefinitamente, ad onta che risentino le cause esterne fino al punto di scomporsi. I secondi hanno un limite a cui giunti muoiono senza che esterne cause vi pigliassero parte. E con ciò non si distrugge che l'individuo, ma la specie resta duratura per la filiazione di essa. Vivere e riprodursi, o in altri termini durare come individuo e perpetuarsi come specie, tali sono i caratteri particolari degli esseri organizzati.

5. Concorrono, da ultimo, alla formazione dei minerali 63 elementi, mentre 16 soltanto di essi costituiscono i corpi organizzati, e sono: l'ossigeno, l'idrogeno, il carbonio, l'azoto, il solfo, il fosforo, il cloro, il fluore, il silicio, il iodio, il potassio, il calcio, il magnesio, il ferro, il manganese, e l'alluminio (raro).

Per comodità di studio ne offriamo le principali combinazioni.

Principii chimici immediati degli esseri organizzati.

Nei vegetali

Negli animali

Principii minerali.

Acqua	Idem
Cloruro di sodio di potassio	
Fluoruro di calcio	
Fosfati, carbonati e solfati di calce	Idem
di soda	
di potassa	
di magnesia	
Fosfato d' ammoniaca	
Ossidi e sali di ferro di manganese	Idem
Silice e silicati.	

Principii od acidi organici a basi minerali.

Nei vegetali

Negli animali

Tartrato di soda di potassa	Lattato d' ammoniaca e di trime- tillamina
Pectati	Colati
ossalati	Taurocolati
citrati	Urati
malati ec.	Ippurati
	Sudorati

} di soda o di po-
tassa

Principii amilacei e zuccherini.

<i>Nei vegetali</i>	<i>Negli animali</i>
Amido delle graminacee	Amido
Amido delle patate	Inulina epatica o glicogene
dei pomi di terra	Inosite
Inulina (amido della famiglia	Lattosi
delle composite).	Zucchero
Inosite (trovata nei fagioli da	
Vohl).	
Destrina	
Zucchero d' uva	
di canna	Cellulosa della tunica delle ascie-
Pectosi	die e delle biforidee
Pectina	Tunicina (1)
Cellulosa	Chitina nello scheletro dei cro-
Gomm' arabica ecc.	stacei e degli insetti

Principii grassi.

<i>Nei vegetali</i>	<i>Negli animali</i>
Olii fissi di ulivo	Olii di pesci e mammiferi pesci-
di mandorle dolci	formi
di lino ecc.	di merluzzo
Olii volatili	di raja
Grassi vegetali	di balena
Sego della <i>Stillingia sebifera</i>	di foca
Burri di cacao ec.	Spermaceti
Cera della <i>Myristica cerifera</i>	Grassi dei differenti animali
	degli erbivori
	dei carnivori

(1) Schacht l'ha dimostrata nei Tunicati nei quali forma la sostanza intercellulare del tessuto gelatinoso.

Burri dei differenti latti
degli erbivori
dei carnivori
degli onnivori
Cera animale

Principi azotati ed albuminoidi.

<i>Nei vegetali</i>	<i>Negli animali</i>
Albumina	Albumina
Fibrina	Fibrina
Caseina	Caseina
Glutina	Vitellina
Legumina	Globulina
Amandina ecc.	Osseina
	Gelatina
	Condrina
	Mucina
	Tirosina
	Leucina
	Creatina
	Creatinina
	Diversi fermenti come la diastasi ecc.

III.

D' assai più delicata è la distinzione e la separazione degli animali dai vegetali. Le mutue differenze, apparentissime negli esseri superiori, sono insensibili negl' inferiori da renderne difficile il giudizio. Già alcuni filosofi della natura non credettero, pei tempi andati, ad una interruzione fra le varie serie di corpi che popolano il Globo. Il cristallo, il lichene, il fungo, il corallo sono stati presi ad esempio per dimostrare la catena non interrotta fra i minerali, i vegetali, e gli animali. E fin al primo quarto del secolo attuale non è mancato qualche serio ingegno che ha ritenuto l' opinione di *Fregius* e *Buffon* « sull' esistenza di una gran quan-

tità di corpi organizzati che passano per gradazioni insensibili dall'animale al vegetale e viceversa, senza essere nè l'uno, nè l'altro». Si riteneva che le conferve colla sostanza verde davano infusorii, e poscia ritornavano allo stato primitivo, e qualche altro avea visto che alcuni infusorii pigliavano temporaneamente forme vegetali. *Trevinarus* per ciò ammetteva gli esseri intermedi od anfiorganici, comprendendovi le alghe ed i zoofiti.

Se però ci stanno tuttavia corpi su cui è pur anco difficile pronunziarsi se siano animali o vegetali, ciò non deve distruggere la differenza, e grande, che tra questi esseri ci stà, sia che si considerano le gradazioni superiori sia l'inferiori dei corpi organizzati.

Linneo, abbracciando tutto il pensiero dell'antichità da *Aristotile* in poi, scolpi nei seguenti aforismi i caratteri differenziali tra gli uni e gli altri:

Vegetabilia crescunt et vivunt.

Animalia crescunt, vivunt et sentiunt.

O in altri termini secondo poi modificò lo stesso autore:

Vegetabilia corpora organisata et viva, non sentientia.

Animalia corpora organisata et viva, et sentientia, sponteque se moventia.

Quindi gli animali ed i vegetali crescono e vivono, ma soltanto i primi sentono e spontaneamente si muovono.

La sensibilità o la motilità sono i due caratteri primitivamente riconosciuti negli animali e son quelli che tuttavia restano a farne significante la differenza.

Dico tuttavia, in quantochè i miglioramenti che s'hanno voluto fare in questa parte della scienza sono andati colla loro superficialità a confermare indirettamente le primitive vedute, e le obiezioni che si son avanzate sono sempre restate vittoriosamente combattute.

In modo breve ci faremo gli uni e l'altre ad esporre.

Aristotile ammetteva gli animali fissi; ma poichè il concetto della motilità prevalse per precisare gli animali non furono più considerati e restarono confusi colle piante. *Peyssonnel* prima nel secolo passato ed il *Donati* poscia fecero rivivere l'idea *Aristotelica*: dimostrarono che gran numero di esseri classati sino allora fra le alghe erano animali e vennero a stabilire poscia i polipi fissi.

Fu questo un fatto che destò molto rumore e servì ad appoggiare diverse assurde credenze contro la realtà. Gli animali diceva *Bonnet*, che passano tutta la loro vita fissati al medesimo posto come le piante, sono delle prove incontestabili che la facoltà locomotiva non fornisce essa stessa caratteri sufficienti per differenziare questi due ordini di esseri. *Buffon*, *Pallas*, *Treviranus*, *Bory de Saint-Vincent* ne profitarono anche essi per appoggiare le proprie opinioni sull'esistenza di quegli esseri ambigui in cui terminavano i vegetali e gli animali, ed oggi stesso non mancano di coloro che si appoggiano a questo fatto per abbattere il carattere della motilità per gli animali.

Frattanto se si considera il movimento non nel senso di *Buffon* e di *Bonnet*, per cui non era altro che un traslocamento da un punto all'altro, ma nella sua essenzialità, cioè nel cangiamento di rapporto delle varie parti dell'organismo in sè e dell'organismo col mondo esterno sempre sotto l'impero della volontà, si vedrà che i polipi fissi sono animali, e se mancano di movimenti totali hanno i parziali o come si direbbero movimenti sul luogo. Si gli uni che gli altri sono sempre autonomici, corrispondenti ai propri bisogni ed a norma di questi si compiono in tutti i tempi ed in tutte l'ore. Ad esempio il polipo fisso fa penetrare nella sua cavità digestiva la preda che passa alla sua portata, e la fa penetrare merè i suoi tentacoli. A differenza delle piante che dormono, i cui movimenti che si compiono nella veglia sono essenzialmente meccanici ed a periodi fissi e determinati, es. la bella di notte (*mirabilis jalapa*), la bella di giorno (*convolutus tricolor*) ecc.

Di contro ad animali presunti senza movimento i moderni hanno discovered piante che si muovono. Fra gli autori bisogna citare sopra tutto l'*Unger* ed il *Thuret* che hanno illustrate le così dette *zoospore*, e quest'ultimo in particolare, studiando lo sviluppo dell'*Aelyra prolifera*, ha potuto osservare un movimento dei globuli embrionali che girando intorno rappresentavano tante monadi ritenute come infusorii. La causa dei movimenti di non poche conferve sta in organi vibratili come nella *Vaucheria*, o in filamenti più o meno lunghi come in pochi altri vegetali di questa sorta.

Ciò però non deve molto sorprendere; poichè l'epitelio vibratile non è sotto l'impero della volontà negli animali, ed i suoi movimenti sono interamente meccanici. Maggior impressione devono destare i movimenti totali delle Bacillarie o delle Diatomee. Alcune

di queste produzioni vegetali si fanno prendere per animali; ma riflettendo bene ai loro movimenti si vede chiaro che non sono diretti da una volontà interna, e senza pretendere di volerli spiegare si possono avvicinare più che a quelle oscillazioni del polline le quali prima d'essere spiegate pel movimento Browniano venivano interpretate come effetto di animalità, al movimento sarcodico.

Il movimento animale è l'espressione di una sensazione o della sensibilità, che caratterizza alla sua volta, come abbiain detto, l'animale e che non si trova in alcuna pianta. Questa sensibilità, che non si può ammettere nella maggior parte degli esseri che mancano della parola o di una speciale fisionomia se non per induzione è verosimilmente sempre percettiva, e le conseguenze ne sogliono essere movimenti, la cui causa interna od esterna è sempre provata. Anche qui non sono mancate obbiezioni. È antica la conoscenza della sensitiva, *Mimosa pudica*, la cui sensibilità si sveglierebbe all'appressarsi della mano. È del pari da molto conosciuta la *Dionaea muscipula* o acchiappa-mosche, che imprigiona gl'insetti e li tiene così per qualche tempo racchiusi nelle sue foglie, ed a queste piante oggi si aggiungono molte papilionacee e non poche ossalidee. Se frattanto questi fatti si analizzano (e certo non si possono che riferire alla sensibilità, essendone la motilità il criterio) si vede chiaramente che i movimenti, tutt'affatto che dipendenza di una percezione, sono interamente meccanici. Vengono, cioè, questi trasmessi dal di fuori e si effettuano sotto la influenza della gravità e degli altri agenti fisico-chimici, la cui azione si limita dove arrivano a toccare. Laddove negli animali questi movimenti sviluppatasi in seguito alla sensazione non si limitano solo alla parte impressionata: ma si manifestano simultaneamente in diverse parti del corpo, riunite o no per una specchiata combinazione meccanica. È questa la così detta reazione reciproca su cui, pochi anni dietro, chiamava l'attenzione lo Schiff, e si fa possibile per l'esistenza del sistema nervoso, che essendo dimostrato in tutti gli animali viene ad essere trascurato anche dai moderni Zoologi nel novero dei caratteri di distinzione tra gli animali e le piante.

Alla sensibilità ed alla motilità Cuvier aggiunse per caratteri distintivi degli animali l'esistenza di una cavità intestinale, una composizione chimica più ricca di azoto, e la particolarità di respirazione che si compie negli animali fissando l'ossigeno e eac-

ciando acqua e gas acido carbonico. Egli diceva: le sensazioni ed il moto possano dare criterio dell'animalità finchè vi ha vita, ma dopo la morte non vi è che il tubo digestivo che possa distinguere gli animali dalle piante. Le quali in ogni caso mancano di una cavità interna in cui gli alimenti possano metamorfosarsi e divenire nutrimenti, e li pigliano nella vece direttamente dal suolo.

Ma l'esistenza dell'apparecchio digestivo non è più ritenuto come carattere assoluto; nè in realtà può ritenersi, perchè alcuni animali, come ad esempio le tenie, non situate al certo nell'ultimo gradino della serie animale, son prive di ogni traccia di organi digestivi.

Nè è più caratteristica la differenza dal lato della composizione. Si ammetteva da alcuni naturalisti che l'azoto era la base dell'organizzazione animale ed il carbonio della vegetale, o che negli animali vi erano composti quaternarii (C, H, O, Az.) e nei vegetali vi erano composti ternarii (C, H, O). I progressi della Chimica hanno fatto scomparire questa distinzione. Siccome rilevasi dallo specchio riportato più sopra i composti chimici sono comuni sì agli uni che agli altri. Negli animali come nei vegetali si trovano le sostanze albuminoidi, nella cui composizione oltre i quattro principii ordinarii vi si trovano tracce di solfo e di fosforo: fosforo creduto un tempo particolare agli animali; ma già *Saussure* l'avea dimostrato nell'albumina vegetale e nel glutine, si era trovato sotto forma salina nella farina dei cereali, e *Bethier* l'avea ottenuto dalle ceneri di non pochi legni. Si negli uni che negli altri abbondano i grassi, e la stessa colesterina particolare agli animali si è rinvenuta in quest'ultimi anni in alcune leguminose. E dal canto loro i principii amilacei e zuccherini son posseduti dagli animali e dai vegetali. Oltre lo zucchero, si ha in quelli il glicogene o la zoamilina analoga all'inulina vegetale, ed i corpuscoli amilacei dell'ependima del cervello analoghi all'amido. Dippiù la stessa cellulosa si sparsa nei vegetali, ha ora il suo rappresentante nella sostanza del rivestimento dei tunicati scoperta dal *Koenig* o dal *Külliker* ed esaminata dallo *Schacht*. I principii intanto che non ancora si sono scoperti nei vegetali sono i riduttivi delle sostanze albuminoidi, come l'urea, l'acido urico; ma in compenso però hanno una quantità prodigiosa di basi salificabili. I principii minerali si trovano negli uni e negli altri. Solo è da notarsi che degli alcali la potassa abbonda più nei vegetali e la soda negli animali, e la magnesia sebbene è comune, pure abbonda piuttosto nelle ossa.

Delle terre la calce è contenuta più negli animali che nelle piante mentre in queste predomina la silice. L'ammoniaca si trova negli animali, e l'allumina è stata trovata in piccolo numero di vegetali.

Da ultimo neppur sostienesi più il carattere della respirazione. Se in massima gli animali collematosi introitano l'ossigeno per emettere gas acido carbonico, e le piante in generale fissano nei processi assimilativi il carbonio ed omettono l'ossigeno; pure per gli ultimi lavori del Morren e soprattutto del Pasteur sulle fermentazioni si è venuto a scoprire che vi sono animali che emettono ossigeno e piante che cacciano gas acido carbonico. Le Eucelidee peres: secondo Morren danno il carbonio sotto l'azione della luce solare e fissano l'ossigeno, decomponendo così il gas acido carbonico. Non pochi vibrioni, come il *vibrio lineola*, *v. tremulans*, *v. subtilis*, *v. rugula*, *v. prolifer*, *v. bacillus* ecc., che sono altrettanti fermenti godono la singolare proprietà di vivere senza ossigeno. Pasteur ha visto che lasciando a sè una soluzione acquosa di tartrato di calce e di alcuni fosfati calcari ed alcalini si covre subito d'infusorii, ad es. il *monas*, il *bacterium termo* ecc. Ma non appena ogni traccia di ossigeno è sparita, e non penetrandovi più aria a causa del denso strato che si forma alla superficie, appariscono i vibrioni, i quali si agitano in varia guisa, si scindono, si moltiplicano e dopo tempo sostituiscono tutto il tartrato dapprima contenuto.

Cosicchè in concludendo son sempre gli antichi caratteri che meglio distinguono gli animali dalle piante; cioè la sensibilità e la motilità, caratteri stabiliti prima da Aristotile e formulati poscia mirabilmente da Linneo:

Lapides corpora congesta.

Vegetabilia corpora organisata et viva.

Animalia corpora organisata et viva, et sentientia, sponteque se moventia.

Le pietre, quindi, le piante e gli animali costituiscono le tre forme materiali della vita del mondo e le tre grandi divisioni degli esseri che fin dalla *Filosofia ermetica* vennero addimandate Regni della natura raggruppati poscia nei due imperi, l'organico o meglio organizzato, e l'inorganico o minerale. In quest'ultimi tempi è rivissuta l'idea di un quarto regno, cioè l'umano distinto sin da Alberto il Grande e poscia abbandonato. Isidoro Saint-Hilaire, Quatrefages ed altri l'anno fortemente ai nostri tempi patro-

cinato, e non potrei qui esporre tutte le ragioni addotte da questi naturalisti senza andare incontro allo scoglio della forma accademica che piglierebbe questa lezione e che io voglio evitare. Mi contento perciò di ricordare le sole conclusioni del Saint-Hilaire.

Se gli animali pel fatto solo che sentono si separano dai vegetali, tanto maggiormente l'uomo si deve distinguere dagli animali, perchè ha col sentimento l'intelligenza.

« La pianta *vive*, l'animale *vive e sente*; l'uomo *vive, sente e pensa*. »

« Vegetalità, animalità, umanità; tre termini che, per questo punto di vista, si succedono in un ordine gerarchico, manifestamente semplice e logico. Serie in cui non solamente alcun termine non potrebbe essere tolto, ma uella quale non sembra potervene aggiungere altro. Noi non sapremmo niente concepire nell'Impero organico al di là della pianta; qual essere organizzato potremo immaginare al di là dell'uomo? »

Di qui ne risulta che l'impero organizzato si divide in tre regni e non più in due: Regno vegetale, Regno animale e Regno umano.

LEZIONE SECONDA E TERZA

SOMMARIO—Definizione dell'Anatomia e distinzione nelle sue varie branche—Esame di queste e come si possono ridurre a due (Embriogenia ed Anatomia descrittiva) stando ai fatti attuali della scienza — Cellule e loro definizione — Schema cellulare e dottrine di Virchow, di Arnold e Schultz, di Beale, e di Brücke — Costituzione cellulare — Attributi morfologici e composizione chimica delle cellule — Uffizio dei singoli attributi morfologici e loro relativa importanza — Comparazione della cellula animale colla vegetale — Cristalli, corpuscoli amilacei e granulazioni elementari.

I.

L'anatomia è la scienza dell'organizzazione, vuoi che si studii nel suo sviluppo (Embriogenia), vuoi che si studii nel suo stato completo.

L'organizzazione è l'insieme di molte parti che costituiscono un individuo (organismo); che val dire di parti ordinate tra loro, tendenti ad uno stesso scopo e ciascuna è mezzo e reciprocamente fine. Quindi l'anatomia è la scienza che abbraccia la storia dello sviluppo di queste parti, dell'intima costituzione di esse, delle loro forme e dei rapporti che hanno con tutto l'organismo e coi tipi di organizzazione della scala animale.

Diro l'anatomia scienza della struttura delle parti organizzate, delle loro forme, dei loro rapporti e degli uffizii è un'analisi incompiuta che se ne fa, e non è darne una definizione. Incompiuta analisi, in quantochè si riduce l'anatomia in molti stretti confini da non comprendere tutte le varie sezioni da cui risulta, le quali tutte, studiando l'organismo, lo fanno con differente estensione e con diversi scopi.

L'anatomia è detta *descrittiva* quando studia la situazione, la

forma, i rapporti degli organi e la disposizione dei differenti tessuti che li compongono.

È generale, ancor detta *istologia generale*, quando al contrario si occupa della struttura, della composizione, dello sviluppo e delle proprietà dei tessuti animali tralasciandone la peculiare distribuzione nell'organismo.

Oggigiorno poi si aggiunge, come sezione a sè, l'*istologia speciale*, che si occupa della struttura intima degli organi, e non solo per ciò che riguarda disposizione di tessuti e loro proprietà, ma quanto per gli elementi da cui risultano e per i loro caratteri fisici, chimici e morfologici, e per le relative funzioni.

L'anatomia descrittiva circoscrivendosi ad una sola specie animale si dice *anatomia descrittiva speciale*. Quando abbraccia lo studio dell'organizzazione in tutto il regno animale ed indaga le differenze che caratterizzano gli organi nelle serie, nelle classi, nelle famiglie ecc., la si chiama *anatomia comparata*. Limitata ai nostri animali domestici costituisce l'*anatomia comparata degli animali domestici* o *anatomia veterinaria*. Fatta collo scopo di studiare i rapporti dei differenti organi che compongono una regione, affine di agevolare la tecnica delle operazioni che vi possono cadere la diagnosi di sede delle malattie, si dice *anatomia topografica* o *chirurgica*.

In ultimo vi ha l'*anatomia filosofica* che rileva le analogie degli organi tra loro nelle differenti specie, generi ecc., per mostrare il tipo secondo cui sonosi svolti e compiuti.

Sono queste le sezioni dell'anatomia che si registrano negli ordinarii trattati di anatomia, ma che i progressi della scienza c'impongono di non ritenerle senza modificazione. L'*istologia speciale* limitata com'è pur troppo al solo esame della distribuzione dei tessuti e della loro composizione elementare dal lato fisico, chimico ed istologico, siccome abbiamo or' ora notato, non ha il diritto di restare come branca a sè. Essa si fonde coll'*anatomia descrittiva*, la quale, siccome feci rilevare sin da due anni dietro, (1) non può più fermarsi a constatare la forma d'un organo, la figura, i rapporti, il numero per es. delle membrane che lo costituiscono, ma estendersi deve all'esame dell'intima sua com-

(1) Si riscontri il mio Rapporto sull'insegnamento dell'anno scolastico 1862-63.

page, se realmente il suo studio si vuol far profittevole e se non bramasi dimenticare lo scopo ultimo e supremo dell'anatomia, che è quello appunto di far chiaro il rapporto tra struttura e funzione. D'altronde l'istologia ha un grandissimo campo innanzi a sè che oggi s'intravede solo e per una debolissima e quasi insignificante parte si è cominciato a perecorrere, e si è che alla conoscenza della forma degli elementi e della disposizione di essi bisogna aggiungere quella delle leggi di loro struttura, o della rispettiva formazione, composizione e sviluppo. Fa d'uopo fissare il punto di origine, le successive forme morfogeniche, la composizione chimica, lo stato permanente a cui arrivano e sempre le loro funzioni. Vero che oggigiorno si posseggono i delicati lavori del *Donders*, del *Dubois*, del *Ludwig* sui rapporti chimici delle parti elementari colle loro forze molecolari; vero altresì che si posseggono quelli di *Reichert* e *Virchow* sui rapporti dei tessuti congiuntivi, sulla genesi cellulare e sulla gran legge dello sviluppo continuo fondata singolarmente da quest'ultimo, ed infine gli estesi e non meno importanti lavori embriogenici del *Remak*, rapito tutto recentemente alla scienza; ma sono ancora poca cosa rimpetto a quanto dovesi tuttavia richiedere e dall'esame obbiettivo microscopico su tutto il regno animale e dai progressi della *chimica elementare* o come direbbesi *micro-chimica*. Questa singolarmente, o signori, è tutta da fondarsi, perchè si potesse una buona volta scendere dalle generalità nei minuti particolari quando trattasi di determinare la genesi degli elementi, il relativo stato attuale ed il loro *divenire* istologico e funzionale. Gli è per tutto questo che se non puossi ritenere l'opinione che alcuno avanzamento dal lato generale ha fatto l'Istologia da *Schwann* in poi, pure ciò che possiede si è sempre poca cosa per l'esigenza della scienza e per i bisogni ognor crescenti della biologia. Ad ogni modo facendo voti che siffatti avanzamenti con estensione e rapidità si facessero, non possiamo astenerci di dare posto all'*Istologia*, che io credo sia nell'*embriogenia* la quale è parte integrale dell'anatomia. È qualche tempo che non pochi fisiologisti hanno scissa, e con ragione, l'*embriogenia* dalla fisiologia. La fusione d'entrambe è stato un pernicioso ibridismo per la fisiologia: questa ha dimenticato il suo scopo nell'*embriologia* e correndo appresso alle forme come leggermente dicono alcuni, ha tralasciata l'indagine delle funzioni, del loro sorgere, delle speciali manifestazioni, delle loro varietà o

gradazioni differenziali coi fenomeni funzionali dello stato extrauterino. Ecco il compito della fisiologia embriologica che deve molto acquistare a cominciare dalla formazione dell'uovo, su cui non possiedesi tuttavia una completa dottrina.

Ed andando innanzi, non vedo ragione perchè devesi tuttavia formare una branca a parte dell'*anatomia filosofica*. Fu una grande conquista per la scienza l'anatomia filosofica del *Saint-Hilaire* siccome abbiamo anteedentemente rilevato. Sorto in tempi quando due scuole si dividevano il campo dell'anatomia, l'una dei *filosofi della natura* che avea per movente la fantasia, poichè il suo capo (*Schelling*) diceva: *filosofare sulla natura* , egli è *crearla* ; e l'altra dei puri osservatori che, esagerando e falsando fino ad un certo punto il principio del loro maestro (*G. Cuvier*), non si volevano dipartire dai fatti e dalle loro conseguenze immediate, ebbe il pregio di dare un novello indirizzo agli studii anatomici, di riunire i due estremi, l'osservazione ed il ragionamento, l'analisi e la sintesi, e di fecondare, come dice *Isidoro Saint-Hilaire*, collo spirito della vita e del progresso la scienza anatomica. Se dappresso, però, si considera l'opera del *Geoffroy* non è grande tanto pei risultati che ottenne, quanto pel metodo che diede all'indagini anatomiche; e tutti coloro che s'ebbero ad occupare in seguito seriamente dell'organizzazione animale toccarono con mano che non puossi limitare l'anatomia alla grossolana contemplazione del fatto; ma bisogna fino ad un certo punto emancipare il pensiero e sollevarsi sino a trovarne la legge e la sua tipica generalizzazione (1).

Per l'istessa ragione non men calcolo bisogna fare degli studii posteriori del *Carus*. L'ingegnoso Professore di Dresda ad appagare il desiderio del *Goethe*, che suggerì agli anatomici il pensiero di rappresentare in figure o d'indicare con segni e con cifre le relazioni mutue e le affinità secrete delle ossa (2), rispose col suo *diagramma* della vertebra tipica e con quelli degli scheletri e dei crani pubblicati nel suo « *Urtheilen des Knochen und schalengerustes* » (fol. 1828). *Goethe*, che col suo appello volle tracciare il vero fine delle ricerche omologiche ed il miglior modo di espri-

(1) Isidoro Saint-Hilaire. *Histoire naturelle générale des regnes organiques* vol. 1. pag. 112 e seg.

Coste. *Embriogenie comparée* pag. 33.

(2) *Goethe*. *Oeuvres d'Histoire naturelle* Paris 1817 pag. 12.

PALLADINO — *Istologia e Fisiologia*.

merne i risultati, non potè restarne appagato, e tutti gli anatomici posteriori trovarono impossibile di spiegare omologicamente le varietà dell'endoscheletro per mezzo del diagramma archetipo rappresentato nel lavoro rimarchevole del *Carus*. Ma senza le ispirazioni del grande Poeta che provenivano dalla sua conoscenza profonda delle varietà segrete della natura; e senza le ricerche inattuabili dello scienziato non sarebbe sorto il gran libro di *Richard Owen* sull'archetipo dello scheletro. *Owen* stesso lo dice: « se il diagramma della vertebra tipica e quelli degli scheletri e dei crani del *Carus* avessero potuto essere adattati come i veri simboli dei principii immutabili della natura e della sua unità nella varietà, le ricerche di cui questo lavoro ha per fine di esporre i risultati non sarebbero probabilmente mai state intraprese (1). Questo libro che dovrebbe essere molto più conosciuto dagli anatomici, per evitare tante giornalieri pubblicazioni d'oltremonti, racchiude l'esposizione del vero metodo degli studii anatomici: fatti e generalizzazione, osservazioni e legge, lavoro paziente ed alta scienza. Metodo per altro che non era mancato di affacciarsi a non pochi altri scienziati, nè meno schietto era comparso in non pochi lavori speciali e generali di anatomia comparata. *Owen* fece un regalo alla scienza col suo programma sulla significazione delle ossa del cranio per rapporto al tipo della vertebra (2). La sua ispirazione cominciò nella foresta di Haptz, quando vidde un cranio di capriuolo perfettamente imbianchito. « Il guardarlo, il riguardarlo mi bastò, dic'egli, la verità mi colpì; gli è una colonna vertebrale! gridai; e d' allora il cranio è stato considerato come una colonna vertebrale ». Contribuì in questo senso diedero al nuovo metodo l'*Albinus*, il *Dumeril* (3), il *Bojanus*, il *de Blainville* (4) e tant'altri che per brevità tacciamo. Ora è questo stesso metodo che bisogna continuare: metodo essenzialmente logico, che alla osservazione riunisce lo spirito scientifico, ai fatti dà un ordine ed una significazione. Che serve conservare da vantaggio i filosofi anatomici? Se per filosofia anatomica s' intende la scienza delle leggi

(1) *Owen*. Principes d'osteologie comparée ecc. pag. 369.

(2) *Owen*. Über die Bedeutung der Schädelknochen 1707.

(3) *Dumeril*. Considerations generales sur l'analogie qui existe entre tous les os et les muscles du tronc dans les animaux. Annales des sciences natur. tom. III.

(4) Osteographie. Prospectus 1739.

dell'organizzazione, la scienza dei tipi di organizzazione e delle leggi che ne presiedono allo sviluppo, dessa sarà tanto più vera per quanto più è poggiata sui fatti. *Le leggi non si creano ma si cercano*, diceva il *Montesquieu*, ed il cercarle non si può fare fuori il libro della natura, fuori cioè l'organismo. Il connubio di queste due condizioni è il marchio dei grandi ingegni: quando entrambe si realizzano si ha l'opera del genio creatore. Nell'antichità un luminoso esempio ne abbiamo in quel portento di *Aristotile*, che riunendo filosofia e scienza poté dare a questa un sistema, all'arte delle regole, allo stato dei principi. *Aristotile* raggiunse questo triplice compito sol perchè con uno studio indefesso e personale aveva da vicino conosciuto l'opere d'arte, gli uomini e gli animali, ed aveva saputo convertire il frutto dei suoi studi e delle sue osservazioni in idee generali (1).

L'anatomia quindi, a mio modo di vedere, non si può distinguere che in due branche, e sono l'*embriogenia* e l'*anatomia* che continueremo a chiamare convenzionalmente *descrittiva*. L'una e l'altra sono *speciali*, *veterinarie* e *comparate* a seconda che si occupano di una sola specie, degli animali domestici oppure di tutto intero il regno animale. Entrambe però cominciano dagli elementi per giungere poscia ai tessuti, agli organi ed ai sistemi per dimostrare così anche una volta che non solo le conoscenze speciali ma benanche il metodo improntano dalle scienze fisiche, le quali alla lor volta lo presero dalla matematica; e perchè ha il gran pregio della precisione e della regolarità la sua applicazione data i meravigliosi progressi della fisica e della chimica.

II.

Le Cellule, anche dette Elementi anatomici, Parti elementari anatomiche, sono *quegli ultimi e complessi aggregati molecolari dell'organismo che si nutrono, funzionano, crescono e si riproducono, ed oltre di essi non vi è più particella viva*.

La vita delle cellule si distingue in differenti periodi che potremmo stabilire in: 1° periodo embrionale; 2° periodo giovane ed adulto; e 3° periodo di vecchiezza.

In essi le cellule non hanno sempre nè tutti i loro attributi mor-

(1) Moleschott. La circulation de la vie pag. 10.

fologici e nè tampoco gli attributi fisiologici. In effetti nel fetale risultano da soli nuclei, ed in questo stato non possono che germinare; nel giovane sono fatti dal nucleo e dal protoplasma (così detto contenuto) ed in questo stato germinano e funzionano specificamente; nell'adulto al nucleo ed al protoplasma può unirsi, ma non sempre, la parete, e gli attributi fisiologici restano gli stessi, sebbene affievoliti; ed infine nella vecchiezza o restano eol solo protoplasma che tuttavia funziona, ma più non si nutrice nè si riproduce e perciò è presso a disfarsi (globuli rossi del sangue), o pure dal nucleo e dal protoplasma, ma si cangiati o meglio si alterati che non hanno più manifestazioni attive, come un esempio se ne ha nelle squame epidermiche o nelle cellule epiteliali squamose.

Lo schema della cellula nel senso delle singole differenti dottrine, di *Virchow*, *Arnold e Schultze*, *Beale*, e di *Brücke* oggi in grande discussione nelle Scuole è incompiuto per la doppia ragione che ciascuno dei precitati Signori non ha compreso nel suo schema che le cellule ad un dato periodo, ed anche perchè a base della loro dottrina non hanno posto che il criterio anatomico ed assai incompiutamente, meno *Virchow*, il fisiologico. Facciamone frattanto un esame.

Dottrina di Virchow (1). Dopo che *Brown* nel 1831 ebbe scoperto il nucleo nelle cellule vegetali, e *Schleiden* n'ebbe dimostrata l'importanza per la moltiplicazione cellulare, alla parete ed al contenuto che formavano secondo *Dutrochet* gli attributi morfologici della cellula vi si aggiunse anche il nucleo. *Schwann* che trasportò le dottrine cellulari dall'istologia vegetale nell'animale diede gli stessi attributi alla cellula animale, preceduto di già da *Valentin* nella dimostrazione del nucleo, giacchè l'avea visto nelle cellule epidermoidali. *Virchow* quindi non ha fatto che ripetere *Schleiden* e *Schwann* quando ha insegnato che è cellula quell'elemento anatomico che ha una parete, un contenuto ed uno o più nuclei, in cui vi può essere un nucleolo; ma però è andato assai più in là di entrambi allorchè ai suddetti attributi anatomici vi ha aggiunto i fisiologici, cioè a dire che il concetto della cellula si aveva compiuto soltanto quando gli elementi avevano tre manifestazioni fisiologiche, cioè la nutrizione, la riproduzione e la funzione. Se

(1) La Patologia cellulare. Milano.

poi si ricorda che *Virchow* è stato il più grande divulgatore della dottrina della riproduzione cellulare (*omnis cellula e cellula*) mercè i suoi classici lavori di anatomia patologica, si capisce come e perchè oggi la dottrina istologica della cellula s'intitola dal *Virchow*.

Dottrina di Arnold e Schultze(1). Contro l'apoftegma di *Virchow* esistevano da lunga pezza le osservazioni di *Arnold*, le quali, so contro *Schwann* erano restate senza frutto, vennero dipoi quasi interamente messe in non cale. *Schultze* l'ha fatto rivivere, estendendole e perfezionandole, ed è giunto a negare la parete a tutti gli elementi anatomici, i quali non risulterebbero che da un cumulo di protoplasma con nucleo. La parete quando esiste è segno di vecchiezza della cellula, ed è in questo stato l'elemento anatomico da considerarsi nè più nè meno che come un Infusorio incapsulato. Senza dubbio la parete manca nella maggior parte degli elementi e lo ragioni e le prove di questo fatto le porteremo più innanzi; è indubitato altresì che gli elementi giovani, gli elementi embrionali in massima non hanno parete; ma non manca però in certi elementi (cellule caliciformi, cellule epiteliali nello stretto senso, celle epidermoidali dei pesci d'acqua dolce), ed esistendovi non è assolutamente indizio di vecchiezza.

Dottrina di Beale. Dal canto suo *Beale* in Inghilterra negava del pari la parete agli elementi anatomici, e dall'osservare, in non pochi punti, nuclei soltanto che si facevano centri del protoplasma sviluppantesi in seguito, e dal notare che i nuclei soltanto s'impregnavano durevolmente della soluzione ammoniacale di carminio tutte le volte che frammenti di tessuti si mettevano ad imbevero nella detta soluzione, giunse alla conclusione che le forme anatomiche vitali consistono nei nuclei che chiamò perciò *materia germinale* o *materia vivente*, e tutto il resto è morto—*materia germinata* o *materiale formato* ancora detto. Contro questo modo di vedere vi sono non poche obiezioni a fare. Colla massima facilità si prova al *Beale* che le altre parti cellulari, fuori il nucleo, vivono; perocchè le cellule senza nucleo funzionano, ed un esempio, che oramai si è fatto comune, ce lo danno i globuli rossi del sangue dell'uomo e dei mammiferi. Inoltre si dimostra, ed age-

(1) *Arnold*. Anatomie 1845. Vol. I.

M. Schultze. Protoplasma d. Rhizopoden. Leipzig 1863.

volmente, che sebbene il nucleo è di un'importanza cardinale nell'economia vivente cellulare, pure non ha, quando vive solo, tutti gli attributi funzionali che la cellula nel senso di Virchow possiede. Il nucleo, se ha le proprietà germinali, manca dell'attributo funzionale specifico che ha ogni cellula, e non può perciò rappresentarla che dopo di avere acquistato il protoplasma. In conclusione il concetto anatomico della cellula non può restringersi al nucleo; giacchè questo non è che un elemento incompiuto, un elemento se si vuol dire embrionale, che non funziona specificamente.

Dottrina di Brücke. Infine Brücke ha in quest'ultimi tempi manifestato il parere che il nucleo non è indispensabile per lo schema morfologico della cellula. Secondo lui nulla si ha di positivo sulla genesi e sulla funzione del nucleo, e poi si conoscono cellule nelle crittogame che ne mancano.

In appoggio di quest'ultimo fatto sono venute le scoperte di M. Schultz (1), di Haeckel (2), e di Cienkowsky (3): il primo ha trovato nell'adriatico un'Ameba senza nucleo (*Am. porrecta*), il secondo una grossa Protista del pari senza nucleo (*Protophytesprimordialis*), ed il terzo due Monadi anche prive di nucleo (*Monas amyli* e *Protomonas amyli*). Stricker (4) in favore dell'opinione di Brücke utilizza le sue osservazioni sulle uova delle rane in conferma del fatto annunziato la prima volta da Baer, cioè che la vescicola germinativa, o il nucleo dell'uovo, sparisce nella fecondazione, e lo sviluppo continua con un nucleo di genesi novella.

Contro queste prove si potrebbero elevare non pochi dubbii ed anche si potrebbero emettere diverse interpretazioni; ma ritenendole esatissime in omaggio alla serietà dei loro autori, pure non le si può dare che il valore di semplici obbiezioni contro la dottrina dell'essenzialità del nucleo nella vita cellulare. A parte già la sua generale esistenza in tutti gli elementi con tutti i loro attributi funzionali; a parte ancora che i fenomeni riproduttivi cellulari cominciano in quasi tutti i casi dal nucleo; esso è importante per la nutrizione degli elementi anatomici, e siccome si proverà più innanzi un elemento senza nucleo è realmente

(1) Organism. d. Polythalam. 1854.

(2) Zeitschr. f. w. Zoolog. 1865 vol. XV.

(3) M. Schultze, Archiv für mikroskop. Anatomie 1865.

(4) Stricker. Handbuch der Lehre von den Geweben etc. I. Dispensa.

nel senso di Virchow un elemento transitorio, che non si nutrice e non si riproduce, ed è presso a morire. D'altra banda una volta ammessa la suddetta dottrina e generalizzata, il concetto cellulare è bello e perduto; dappoichè frammenti di protoplasma contrattile e quindi tuttavia in vita dovrebbero considerarsi come cellule, e di questo passo non vi sarebbe ragione ad arrestarsi per arrivare sino in fondo al molecolarismo e trovare cellule anche nei granuli elementari con movimento molecolare. Ma contro si estremi limiti si premunisce già lo Stricker che par che accetta l'opinione di Brücke ma con restrizione; e qui aggiungiamo che gli accerati fatti sulla vita cellulare ci fanno ritenere tuttavia il molecolarismo come una fantasia. La vita è insediata in alcune forme che fra i fenomeni vitali hanno quello della riproduzione, e la riproduzione è caratteristica della cellula, intesa in un modo più complesso di quanto oggi si vorrebbe ammettere.

In conseguenza da questo rapido sguardo dato alle dottrine cellulari risulterà chiaro la convinzione che ciascuna isolatamente presa in modo assoluto è incompiuta, giacche non si poggia se non sulla morfologia che gli elementi hanno in un dato periodo della loro vita. Miglior partito è quello di tener più conto del criterio fisiologico, e questo non ristretto alla sola germinazione come ha fatto Beale, ma estenderlo altresì alla funzione; poichè solo in siffatta guisa si ha la idea più giusta e più scientifica della cellula, idea che abbiamo ereditato di tradurre nella definizione data più su delle parti elementari.

III.

Il compiuto esame della costituzione delle cellule richiederebbe un'analisi della morfologia delle stesse, un'analisi della loro chimica composizione e della disposizione delle loro molecole. Oggigiorno è discretamente innanzi la sola analisi o il solo esame morfologico, mentre il chimico ed il molecolare non è peranco sborzato.

Esame morfologico. Tutto l'organismo si riduce in cellule ed in derivati cellulari, o in elementi unicellulari ed in colonie cellulari: è cellula ad es. il corpuscolo di tessuto germinativo, la cellula epiteliale; derivati o colonie cellulari la fibra nervosa e la fibra muscolare striata. Le cellule sono di varia forma, e a norma della

stessa si possono ridurre a tre tipi, cioè: 1° o i tre diametri geometrici sono presso a poco uguali ed allora si hanno le forme, concentrica (uovo, cellule adipose) e poligonale (epitelio pavimentoso); 2° o predomina la lunghezza, e si ha l'elemento fusiforme (fibro-cellula muscolare, epitelio dei vasi), il conico detto anche cilindrico (epitelio intestinale), il tubulare (fibra elastica, fibra del cristallino, fibra nervosa), lo stellato (cellule nervose multipolari); 3° o infine predomina la larghezza e si hanno i dischi (globuli rossi del sangue). La forma in qualche parte pare influenzata dalla legge di juxtaposizione e di reciproca influenza meccanica degli elementi tra loro. Ma come fatto generale questo concetto, importato dalla Botanica e che per un certo tempo sembrò anche prevalere nell'Istologia animale, non è più da ritenersi. La forma delle cellule deve essere potentemente dominata dalla loro composizione e fino ad un certo punto dai loro ufficii, nel senso che la peculiare funzione di un dato elemento è da considerarsi come semplice manifestazione della sostanza da cui l'elemento risulta, la quale, a seconda della sua composizione e della sua attività, ha forma determinata. La forma alla sua volta è possibile che abbia un'influenza sugli atti vitali cellulari; ma siffatta influenza presumibilmente si limita alle modalità della loro attuazione e non all'essenza, poichè essa stessa è un fatto e non un fattore, una conseguenza cioè dell'intima composizione elementare della parte anatomica. La forma cangia nelle metamorfosi cellulari e con essa mutano gli ufficii; ma prima vi è stato un cangiamento di composizione che non abbiamo visto e che diversamente ci sarebbe restato nascosto. La fisiologia cellulare si arresta appunto ai cangiamenti di forma e s'intende da sè che trascura il punto principale. La conseguenza n'è la povertà delle leggi metamorfiche, che formano il più bel compito che la scienza lascia ai progressi a venire!

Le dimensioni delle cellule variano moltissimo. Le cellule più grande dell'uomo arriva ad $\frac{1}{5}$ di Mm. o se n'ha l'esempio nell'uovo, e la più piccola ad $\frac{1}{125}$ Mm. ad es. il globulo del sangue. Tra questi due estremi vi sono infinite gradazioni intermedie. Generalmente, la grandezza non è per nulla in rapporto colla taglia dell'organismo; in cambio, prese assolutamente, le cellule delle piante sono più grosse degli animali, e quelle degli animali inferiori sono più grandi di quelle degli organismi superiori.

Il *Nucleo*, in una parte degli elementi per lo più giovani, è un cumulo di sostanza semifluida ma apparentemente più densa del protoplasma, ed in un'altra è evidentemente vescicolare con un contenuto presumibilmente liquido con uno, due o più nucleoli. Le cellule nervose, le ovariche ecc. danno l'esempio di nucleo vescicolare. È per lo più di forma rotonda ed ovale quale che si fosse la forma della cellula a cui appartiene, ma è pure bastoncini-forme come nelle fibro-cellule muscolari, e solo in rari casi di anatomia patologica o di anatomia comparata acquista forma angolosa o ramescente. *Leydig* infatti ha trovato il nucleo, nelle cellule salivari degli insetti ed in quelle dei vasi di *Malpighi* di certi Lepidotteri, ramificato (1). Può essere unico, duplice e multiplo. I *microplassi multonucleari* o placche midollari delle ossa danno l'esempio spiccato di cellule multonucleate. Il nucleo è del pari ordinariamente globulare. Raramente è allungato come è il caso delle cellule epidermiche del *cobitis barbatula* (*Leydig*), delle fibre lenticolari della rana e delle cellule del foglietto corneo del pulcino tra il primo ed il secondo giorno di sviluppo in poi. *Leydig* assicura che in molti casi il nucleolo è formato da un punto ispessito o sporgente della membrana nucleare: cita in proposito i nuclei delle fibre lenticolari della rana, le cellule ganglionari della sanguisuga e le uova di parecchi animali. Il nucleolo comparisce soltanto ad alto periodo di sviluppo cellulare, ed in alcune cellule come nelle nervose e nell'uovo negli stadii di massima vita cellulare o nei periodi di efflorescenza si sviluppano dei granuli nell'interno del nucleolo, e vanno sotto il nome di granuli del *Barry* (2).

Il *Protoplasma* (*Mohl*, *Remak*) così detto contenuto, citoplasma (*Kölliker*), è in apparenza morfologicamente molto semplice; ed infatti o è omogeneo o pure, e nella più parte dei casi, finamente granulare. In mezzo ai fini granuli ve ne possono essere dei più grossi o pure esservi delle goccioline di grasso, dei granuli di amido, di pigmento ed in alcuni animali anche dei cristalli, siccome si nota frequentemente nelle piante. Contrariamente a quanto da *Du-*

(1) *Leydig*. Traité d'Histologie comparée. Paris 1866 pag. 44 e nella ediz. di Francf. 1857 p. 19.

(2) Vedi *Schrönn*. Ueber das Korn in Keimfleck und in dem Kernkörperchen der Ganglien Zellen bei Saugthieren. *Moleschott Untersuchungen*, c. IX.

trochet in poi si era insegnato non è liquido, ma è in uno stato semiluido e di una complessa disposizione. Quasi a simiglianza di ciò che osservasi in certe cellule vegetali, nelle quali il protoplasma è disposto come un ragnatelo ed un liquido ne riempie le maglie, *Brücke* ha notato nel protoplasma dei corpuscoli salivari un sistema di lacune ripiene di un liquido con granuli sospesi. Ad averne una chiara idea ci possiamo rappresentare il protoplasma come un pezzo di spugna nel cui alveoli si trova del liquido, che per la contrattilità del protoplasma è messo in movimento similmente al contenuto intestinale sferzato dai movimenti peristaltici della tunica muscolare (*Heidenhain*). *Brücke* stesso ha dimostrato l'identica disposizione del protoplasma nelle cellule dei peli dell'*urtica urens*.

Oltre la fibra muscolare striata nella quale sonosi dimostrate due sostanze, *Stricker* credette di ammettere generalmente nelle cellule due sostanze nel protoplasma pel fatto che le cellule si gonfiano nell'acqua e poi si aggrinzano o pure si contraggono. *Hermann* interpretava il gonfiamento come rilassamento ed escludeva l'esistenza di una sostanza pel gonfiamento. Comechè essa oggi per altre vie si è giunto a dimostrare l'esistenza di queste due sostanze nel protoplasma. Trattando i globuli rossi del sangue con acido bórico al 2 0/0 *Brücke* ha visto il corpuscolo risultare di una massa porosa incolore, molle e trasparente il cui centro forma il nucleo nei globuli nucleari. Gli spazii di questa massa porosa sono pieni dell'emoglobulina, ed entrambe le sostanze formano un tutto insieme. La prima, la sostanza senza pigmento è chiamata da B. ocoide, e l'altra zooide. Nei leucociti, nei corpuscoli del tessuto generativo pare che vi esista del pari una doppia sostanza: una omogenea, trasparente e contrattile, e l'altra granulare, senza movimenti; mentre la prima pare che si scioglia nel cloruro di sodio, l'altra si aggrinza. Come entrambe sieno disposte non si sa.

La *Parete* effettivamente manca nella più parte degli elementi e sempre negli elementi giovani. La sua esistenza del resto era ammessa più qual conseguenza dell'impero assoluto della dottrina cellulare di *Schwaun* che per rigorose dimostrazioni. In effetti sol perchè lo schema cellulare comprendeva una parete con un contenuto ed un nucleo si dava la parete al leucocito, ai corpuscoli purulenti, alle cellule ghiandolari, ai globuli rossi del sangue. D'altro canto la parete influiva anche sul modo di considerare lo

stato del contenuto, sicchè tutti gli elementi con parete avevano un contenuto liquido. Ora il globulo rosso del sangue, cho è stato il cavallo di battaglia degli Istologi in riguardo alla quistione in discorso, non ha nè una parete nè un contenuto liquido, giacchè se così fosse 1) non potrebbe avere la figura di un disco biconcavo che ha nell' uomo e nella più parte dei mammiferi; 2) quando una goccia di sangue si distende sopra un porta-oggetti insieme a gelatina liquida, e si attende cho questa si rapprenda i globuli rossi si raggrinzano e non scoppiano come dovrebbe accadere se fossero vescicole piene di liquido; 3) i globuli rossi dei batracii possono perdere il nucleo (*Robin, Warthon*) e frattanto conservano la loro figura; gli stessi globuli e quei dell' uomo o dei mammiferi ec. si possono fragmentare (fragmentazione che avviene anche meglio sotto l' azione del calore) ed i pezzi che ne risultano, o si aggregano e si fondano insieme o servono quasi diremmo di pasto ai leucociti, e frattanto come conciliare tutti questi fatti colla loro natura vescicolare e ripieni di un contenuto liquido? 4) la parete esistendo, avendo un indice di rifrazione maggiore del protoplasma, dovrebbe distinguersi nelle pile di globuli rossi, mentrechè si fondono e non si osservano limiti di sorta; 5) da ultimo non è vero che imbevendosi d' acqua acquistano la figura sferica siccome ammetteva *Hensen*; ma si beno s' inzuppano e s' ingrossano non altrimenti di un pezzo di spugna quando s' imbeve di acqua. D' altronde se pure si vede un' orlatura perifericamente a ciascun globulo, ciò dipende dalla differente rifrazione del protoplasma e del mestruo in cui si fa l' osservazione, a simiglianza di ciò che si vede in una goccia di grasso quando si osserva al microscopio nell' acqua. Il leucocito e suoi analoghi (corpuscolo germinale, corpuscolo purulento ecc.) neppure ha parete. Le prove ne sono: 1) i movimenti amebiformi vivaci che esso presenta non si potrebbero conciliare con la presenza di una parete; 2) il leucocito può mangiare sia granuli di sostanza colorante (anilina precipitata, earminio, cinabro) (1), sia pezzi di globuli rossi o proprio tutto un globulo rosso, ed una tale penetrazione non sarebbe possibile a traverso una parete omogenea.

(1) Questo metodo di alimentazione dei leucociti, che ha dato nelle mani di *Beklinghausen, Conheim* ed altri i più splendidi risultamenti dell' istologia normale e patologica degli ultimi anni, venne indicato da *C. Häckel* che iniettando con indaco la *Thetis fimbria* vide che granuli della sostanza colorante erano penetrati nell' interno dei globuli sanguigni.

Vi sono però degli elementi con parete, come ad es. l'epitelio cutaneo, le cellule caliciformi dell'epitelio intestinale. Quando esiste la parete per lo più è intimamente riunita al protoplasma, e può essere o omogenea o pure striata. Le striature, osservate dapprima alla base dell'epitelio cilindrico intestinale, ove formano il così detto cercine, ed indi da *Leydig* su tutta la superficie delle cellule c. dell'*emys europea* e da *Schrön* nel corpo mucoso di M. dell'uomo e de' mammiferi, vennero interpretate da alcuni come poro-canali (*Kölliker*, *Leydig* o *Schrön*) e da *Schultze* come dentelature del protoplasma, mercè le quali le cellule si unirebbero quasi mercè una sutura dentata. Secondo lo stato attuale delle conoscenze i così detti poro-canali dell'epitelio intestinale consistono propriamente in prolungamenti filamentosì del protoplasma, i quali fuoriescono nel tempo che l'animale è a digiuno e rientrano nel corpo della cellula quando l'animale è in piena digestione (*Brettauer* e *Steinach*); ma non si può dire lo stesso per quei delle cellule del corpo mucoso del Malpighi tanto più che nello stato patologico (ad es. nei cancri cutanei) quando il protoplasma cellulare s'indura, *Schrön* l'ha visti prolungati sino al nucleo, o lo stesso co no ha dato nell'ammocete un esempio piuttosto nitido. La parete è più o meno spessa a seconda la vita cellulare della cellula e l'azione notevole degli agenti esterni sulla stessa.

La composizione chimica della cellula è genericamente l'azotata, ma non ancora si è saputo dir nulla di preciso sulla composizione dei suoi costituenti, se se ne eccettua per una certa parte il protoplasma. Così per es. si sa che il nucleo è di differente composizione del protoplasma, perchè resiste all'azione degli acidi e degli alcali diluiti. Sotto l'azione dell'acido acetico s'increspa (*Kühne*) e si sospetta perciò che può risultare da mucina. Poco altresì può dirsi del nucleolo: si scioglie negli alcali caustici ed è insolubile nell'acido acetico.

La parete quando si trova nei primi momenti viene attaccata dai comuni reagenti, ma di poi si fa resistente agli acidi ed agli alcali e si sospetta perciò che potesse essere formata dall'elastina o da qualche sostanza molto prossima alla stessa.

Meno impreciso si può essere pel contenuto di alcune cellule e di derivati cellulari. Diversamente è pel contenuto: si sa di positivo che in certi elementi vi sono due generi di sostanza a funzione differente. Si conosceva di già che la fibra muscolare striata ri-

sull'asso da una sostanza *birifrangente, anisotropa* (prismi muscolari), e da una sostanza *monorifrangente, isotropa* (plasma muscolare), ed oggi si sa che il globulo rosso del sangue è composto da uno stroma (globulina, protagone, sali ec.) e da una sostanza liquida colorata che l'imbeve, l'*emoglobulina*; le cellule ameboidi nei loro movimenti si scaricano di una sostanza omogenea trasparente di molta contrattilità in una soluzione allungata di cloruro di sodio, dovechè la sostanza che resta colla cellula è opaca, granulare, insolubile nel detto agente e non contrattile. Infine nel protoplasma di altre cellule si può trovare del grasso, del pigmento e della zoomilina od amido animale (es. nelle cellule epatiche). D'onde e come queste ultime sostanze si formano; se sono cioè risultato di una trasformazione locale o di un deposito esterno; o pure se si formano in entrambi i modi a seconda le circostanze e le località sarà altrove discusso.

IV.

Tutti i suddetti elementi cellulari hanno differenti uffizii ed una diversa importanza per la vita della cellula. Secondo *Virchow* il nucleo è la parte principale e senza esso la cellula non è più in istato di nutrirsi e di riprodursi; il protoplasma è indispensabile perchè è con esso che la cellula funziona specificamente; la parete sola non avrebbe alcuna significazione fisiologica.

Che il nucleo sia indispensabile, si rileva dal fatto che trovando il nucleo in un elemento anatomico si può giudicare della durata e dell'attitudine che questo ha a riprodursi. Tutti riconoscono nei globuli rossi del sangue elementi transitorii, o meglio elementi decrepiti e presso a distruggersi. Or bene *questi pellegrini che muoiono per via*, come felicemente li chiama lo stesso *Virchow*, non hanno più nucleo. Le cellule epidermoidali si desquamano, cadono cioè, perchè morte; e son morte in seguito all'alterazione del loro nucleo ed alla totale distruzione di esso. L'alterazione e la distruzione del nucleo, inegualmente sì, ma son sempre dannose alla vita cellulare. Nelle cellule dello strato lucido della cute, in quelle dell'omonimo strato delle mucose vi ha il nucleo avvizzito, e perciò hanno perduto il loro contenuto granulare, si sono staccate, sono divenute lamine squamose e bisogna dire che vivono in agonia.

Quando il nucleo è perduto interamente la cellula è morta. D'altra banda tutte le altre cellule in piena vitalità hanno sempre il nucleo; anzi la riproduzione non comincia che colla moltiplicazione nucleare.

Frattanto si fanno obiezioni contro quest'alta importanza del nucleo, e Brücke giunge proprio all'opinione opposta, ritenendolo cioè passivo nei fenomeni cellulari, perchè vi sono crittogame ed infusorii, ricordati più sopra, che crescono e si riproducono senza nucleo, e perchè in certe cellule il nucleo nella riproduzione si fa da un lato come Remak ha osservato nei globuli sanguigni rossi del feto e Weis nel protoplasma dei peli delle piante. Inoltre Stricker confermando nelle uova di rana il fatto annunziato la prima volta da Baer che nell'uovo fecondato sparisce la vescicola germinativa, crede di appoggiare l'opinione che il nucleo non ha importanza. Però in opposizione ai risultati di Stricker vi sono sempre quelli anteriori di Remak che aveva vista la divisione della vescichetta germinativa nelle uova di rana, e quelli di Müller che osservò la divisione della vescica germinativa nell'uova dell'*Entochoncha mirabilis* confermati da Leydig, Reichert, Kolliker ecc. nelle uova di altri animali. Eppoi si ammetta pure la sparizione della vescicola, non è subito sostituita forse da un'altro nucleo di nuova formazione che continua la divisione? E contro le deduzioni di Brücke si deve osservare che molto probabilmente le cellule delle crittogame ecc. siano nè più nè meno che nuclei ingranditi!

In conclusione noi crediamo tuttavia all'importanza del nucleo nella vita cellulare, e ci spieghiamo nel modo seguente la sua azione.

Il nucleo è centro di attrazione del plasma nutritivo e di elaborazione della massa protoplasmatica. La pruova che il nucleo attragga il plasma nutritivo si adduce col fatto che sia le cellule isolate, che tagli di tessuti messi in soluzione di sostanze coloranti (carminio, anilina ec.) la parte che più prestamente ed in modo più durevole s'imbave è il nucleo; di qui si conclude che non altrimenti deve accadere col plasma nutritivo. E che il nucleo elabora il protoplasma si rileva dagli epitellii stratificati pavimentosi, il cui primo strato è fatto da nuclei cilindroidi con poco o nessun protoplasma, il secondo da elementi con nucleo concentrico ed una zona di protoplasma, e poi come si sale in sopra il

protoplasma aumenta e si circonda di parete. Ora ad intendere la genesi del protoplasma si può fare un doppio sospetto: o che è il prodotto di elaborazione del nucleo, o pure il risultato dell'aggregazione del plasma attorno al nucleo stesso. Il fatto dell'attrazione del nucleo e la diversa natura dei protoplasmi cellulari in mezzo ad un unico plasma del sangue ci fanno piuttosto ritenere il nucleo centro di elaborazione nutritiva della cellula. Per ciò si capisce anche l'importanza del nucleo per la moltiplicazione cellulare, giacchè la riproduzione nel concetto meccanico è nè più nè meno che il risultato di una ipernutrizione o di una efflorescenza nutritiva delle cellule.

Il protoplasma è indispensabile per la funzione specifica delle singole cellule: così il globulo rosso del sangue respira per l'emoglobulina del suo protoplasma, la quale è atta al commercio gassoso coll'atmosfera e coi tessuti. L'ossido di carbonio paralizza l'emoglobulina, l'altera, l'avvicina, ed il risultato n'è la cessazione della respirazione e la morte in conseguenza asfittica dell'animale. La fibra striata e la fibra cellulo-muscolare possiedono la proprietà contrattile pel loro protoplasma. Che si alteri questo col solfo-cianuro di potassio o con qualche altro agente, o che si distrugga per metamorfosi regressiva, come è il caso della degenerazione adiposa che attacca la fibra muscolare, e la contrattilità è annullata. Le cellule nervose infine, le cellule glandolari hanno le loro speciali manifestazioni appunto per la peculiare composizione del loro protoplasma. Quando questo manca, manca la funzione, manca l'attività cellulare. In conseguenza il protoplasma ha alla sua volta la più alta importanza per l'economia cellulare, perchè rende possibile le specifiche manifestazioni vitali degli elementi anatomici.

La parete pare abbia attinenza colla durata della cellula. L'osservazione fa vedere che le cellule che si sfanno subito come le glandolari hanno una parete sottile dirimpetto a quelle di più lunga esistenza, ad es. le cellule degli strati superiori del corpo mucoso del Malpighi, le uova, e singolarmente quelle dei parassiti, le quali l'hanno doppia, resistente spesso fiata di struttura complicata. Inoltre presiede ai processi osmotici cellulari, il cui giuoco è tanto più agevole ed utile per quanto più la membrana è sottile e delicata. È ovvia la prodigiosa moltiplicazione degli epiteli ed il rapido rinnovamento istologico degli stessi, eppure man-

cano di vasi (1). Ciò non sarebbe possibile senza una facile diffusione di succhi nutritivi tanto per la sostanza intercellulare quanto per la membrana. Allorchè questa si addensa l'osmosi è ostacolata ed impedita, e perciò stesso rimangono affievoliti e non distrutti i processi cellulari. Tal fatto spiega un'infinità di condizioni fisiopatologiche e rende spiegabile la terapia alveolica inglese per le flogosi intestinali che a taluni è parsa e pare tuttavia paradossale.

Sul *Nucleolo* non si possono fare che congetture. Siccome non trovasi che in certi stadii di maggior floridezza della cellula, così è da ritenersi che ha la sua influenza collegata con la maggior vita che in un dato periodo della sua esistenza ha la cellula.

In conseguenza possiamo dire che, degli attributi morfologici cellulari, il nucleo è la parte principale, poichè presiede all'assimilazione ed alla riproduzione; vien dopo il protoplasma che colla sua composizione dà il carattere specifico funzionale alla cellula; in ultimo la parete che, più o meno ostacolando il passaggio dei succhi nutritivi nell'interno della cellula, influenza indirettamente i processi nutritivi, riproduttivi e funzionali.

V.

La cellula animale è comparabile colla vegetale nei primi tempi dello sviluppo e sempre che non si dà a questa come attributo morfologico proprio la parete di cellulosi.

Frattanto ritenendosi ordinariamente che la cellula vegetale abbia due pareti, delle quali l'interna azotata e l'esterna di cellulosi che si colora in bleu per l'azione di un miscuglio di acido solforico e di tintura di jodo, l'identità ammessa da Schwann della cellula vegetale e dell'animale non ha l'appoggio nè della chimica nè dell'istologia; poichè la cellula animale non ha parete o pure ne ha una sola e la sua composizione è la stessa dalla parete al nucleolo, ed è l'azotata.

Ma Virchow fin dal 1847 più giustamente aveva trovato l'analogo

(1) Henle pel primo vide che l'epitelio cutaneo ad onta senza vasi, pure cresce in dimensione come dallo strato profondo si avvanza in sopra. Questo fatto ebbe una grande influenza, perchè mise fuori dubbio che tessuti animali senza vasi si nutriscono, e servì a distruggere quella differenza che si era creduta di ammettere tra le cellule animali e le vegetali, cioè a dire che mentre queste si nutrivano senza vasi, quelle ne avevano bisogno.

go della cellula animale nell'otricolo primordiale (*Mohl*), o parete interna della cellula vegetale, con contenuto e nucleo; o in altri termini che se quella poteva paragonarsi alla vegetale era appunto coll'otricolo primordiale di questa coi quali aveva comuni i caratteri morfologici ed i chimici. In effetti la seconda parete di cellulosa non è che sostanza intercellulare che si adatta e si configura sulla cellula; ed ammessa vera l'opinione di *Pringsheim*, seconda la quale l'otricolo primordiale si trasforma nella cellulosa, si ha che la cellula vegetale non ha neppure la parete interna. E quindi a simiglianza delle giovani cellule animali, le vegetali son fatte dal protoplasma e dal nucleo con o senza nucleolo. Nella fig. 9. si ha un esempio di cellule vegetali prese da una nascente radice di un'orchidea (*epidendrum elongatum*), ed in cui si notano il nucleo, il protoplasma, il limite di questo indicato comunemente come otricolo primordiale e la parete cellulosa. Le cellule animali che più rassomigliano morfologicamente alle vegetali sono le cartilaginee, siccome *G. Muller* ebbe dapprima ad osservare nella corda dorsale. La fig. 10 rappresenta un taglio fatto su uno degli anelli cartilaginei della trachea di un cane, ed ivi si ha a notare in ogni cellula il nucleo, il protoplasma, il limite di questo o parete interna, ed il principio della sostanza intercellulare o parete esterna. In un punto, a differenza del resto della figura ove si trovano cellule semplici, si notano due cellule racchiuse in una membrana esterna, ed alle volte se ne possono trovare più. Gli Istologi, prima, chiamavano queste impropriamente cellule madri.

VI.

Sono i cristalli da compararsi alle cellule?

Raspail e *Schwann* credettero i cristalli analoghi alle cellule, e tutti gli autori posteriori seguaci della *libera formazione* e dell'*eterogenia* considerarono le due forme come gradi di una continuazione tra il mondo organizzato ed il minerale. Colla creduta scoperta di *Reichert* nel 1849 della cristallizzazione delle sostanze albuminoidi e dell'imbibizione di questi cristalli, per cui svaniva un carattere differenziale tra cellula e cristallo (1), alcuni

(1) Reichert. Eiweissartige Substanz in Kristallform. Mull. Archiv. 1849 pag. 197.

Si può riscontrare invece: Remak — Opera citata pag. 475.

PALLADINO — Istologia e Fisiologia.

credettero vedervi ribadite le rassomiglianze e fatte più imponenti le analogie tra cellula e cristallo. Ma più intimamente considerata la cosa, la scoperta del Reichert svanì per quella che era stata annunciata. Si vide che non era la sostanza albuminoide quella che cristallizzava, e venne meno così anche questo appoggio che, supponendo anche vero, sarebbe stato di grande portata men per la quistione istologica in discorso che per quelle generali di chimica. Restano, per ciò, sempre distinti i cristalli dagli elementi anatomici, i quali soltanto, essendo organizzati, possono vivere e riprodursi.

I cristalli allo stato normale nell'organismo sono scarsi. Si trovano nell'uomo, negli animali domestici ed in generale nei vertebrati nell'organo dell'udito, e nel cervello e nervi dei batracii. Più abbondanti sono le concrezioni calcaree come quelle dei tendini, gli stessi otoliti di alcuni vertebrati, e le produzioni silicose e calcaree delle spugne, dei polipi e dei molluschi.

I cristalli dell'udito, ancor detti *otoliti*, si trovano nel labirinto ed hanno forma variabile. Quelli dell'uomo sono romboedrici e primistici della lunghezza di 0,001 a 0,060; quasi della stessa forma nei mammiferi in genere, e poi in lamine quadrangolari in alcuni pesci, in ellissoidali in altri, e così via dicendo. Risultano composti di carbonato di calce con tracce di sostanza organica, la quale resta facendovi agire qualche acido come l'idroclorico, l'acetico ecc. in leggera diluzione.

Vi si trovano, inoltre, i cristalli di *ematoidina*, sostanza così detta dal Virchow che la scoprì, e che considerò come un prodotto naturale dell'emaglobulina del sangue, la quale sotto certe condizioni non ancora ben determinate spontaneamente cristallizza (1).

(1) La dottrina che attualmente si possiede sulla formazione dell'*ematoidina* è quella del Virchow. L'*ematoidina* è un prodotto naturale dell'emaglobulina: che s'abbia uno stravasamento di sangue in un punto dell'organismo e i cristalli di ematoidina si producono, come accade spesso nel cervello, nel fegato, nella milza per diverse alterazioni patologiche ed infine in alcuni tumori. Di qui si è annoverata insieme all'*emina* fra i cristalli derivati dalla sostanza colorante del sangue. Questo o per esso l'emaglobulina trattata col metodo del Teichmann dà l'*emina*, e ferma o stagnata in un punto dell'organismo dà l'*ematoidina*. Lebert inutilmente tentò di ottenerla artificialmente: fece delle legature sui vasi e vi soffermò del sangue, ma i tentativi furono infruttuosi. Io conservo, però, vari preparati dell'utero di una gatta ammazzata per ricerche nel tempo della fregola con i grossi vasi venosi pieni di cristalli di emaglobulina e di ematoidina prodotti sotto

Per ora si può dire che cristalli di ematoidina si formano nei depositi di sangue per emorragie in qualche organo, come accade appunto nel cervello per i fuochi apoplettici, nella milza per infarcimenti emorragici ecc. I cristalli di ematoidina sono romboidali a base prismatica e resistono all'azione dell'acqua, dell'acido acetico e dell'alcool. Il cloroformio e gli alcali li sciolgono, ma si depositano di bel nuovo coll'evaporazione; ed è questo il processo a cui tante fiate si ricorre per ottenere i cristalli nitidi e spogli di sostanze estranee quando si sono già formati. Hanno colore giallo rossastro o di un bel rosso rubino quando son voluminosi, ed in massima si possono considerare come una delle più belle forme di cristalli che si conoscono (1).

Robin e Mercier per i primi hanno ritenuta l'ematoidina priva di ferro, il cui equivalente sarebbe sostituito dall'acqua (2). Identica all'ematoidina è la bilirubina, la quale cristallizza nell'istessa sua guisa, e si comporta identicamente coi reagenti.

La reazione di *Gmelin* si ottiene anche coll'ematoidina. Oggi-giorno si aggiungono altresì i cristalli della così detta *Lutcina*, pigmento che si trova nel corpo luteo e che proverrebbe non già dall'emaglobulina del sangue stravasato, poichè realmente non avviene contemplabile emorragia nello scoppio della vescichetta di Graaf, sì bene dalla trasformazione pigmentacea delle cellule del corpo luteo. I cristalli di lutcina sono delle tavole rombiche, che ordinariamente si trovano aggruppate in due, tre, o più. Si sciol-

l'azione dell'alcool assoluto. La coesistenza di entrambe le due specie di cristalli in un vaso venoso in condizioni normali, e la produzione delle due forme con un ordinario artificio fecero fare a me stesso la domanda: non può essere l'ematoidina un principio costante del sangue? Sappiamo già che *Valeutin*, *Künke* ed altri, partendo dal fatto dell'analogia cristallizzazione di una parte del pigmento biliare, hanno creduto stabilire che plausibilmente queste due sostanze l'una sia l'altra; ma non si è fornito sin'ora una prova che l'ematoidina si trovi costantemente nel sangue; nè tampoco si è ottenuto un processo che la faccia cristallizzare, mentre il pigmento biliare cristallizza facilmente trattato col cloroformio. Senza pretendere di accrescere l'importanza del fatto allegato, è certa cosa che, com'è, permette di sollevare il seguente quesito:

L'ematoidina, che ordinariamente si produce nel fegato, per quali condizioni si può pure formare nella sezione vascolare di altri organi restando il sangue circolante?

(1) *Virchow. La Patologie cellulaire. Paris 1861 pag. 419 e seq.*

(2) *Robin e Mercier. Memoires sur l'hematoidine dans les M. de la S. de Biologie 1855.*

gono coll' alcool, l' etere ed il cloroformio, e restano indisciolti nell' acqua.

Altri cristalli si trovano esclusivamente in condizioni patologiche, e fra i più comuni si annoverano quelli di colesterina (acido colesterico), la quale cristallizza in lamine romboedriche e rettangolari con margini spesso incompiuti. Un esempio l'avete nelle alterazioni colesteomatoze, come quella che attacca i processi coroidi dei ventricoli cerebrali nei cavalli che muoiono per capostorno, od anche per moccio (1).

Le *granulazioni* ci devono dopo i cristalli interessare. Dette ancora *elementi di formazione*, han goduto in parte molta considerazione in istologia e fisiologia fin quando si è creduto alla genesi libera delle cellule. Oggi che l'*omnis cellula e cellula* forma e sintetizza i più notevoli progressi compiutisi in Istologia da un tre lustri a questa parte, si ritengono come parti accessorie, e come prodotto di distruzione di elementi preesistenti, e come prodotto di metamorfosi o di elaborazione, sebbene il *Bennet* col suo mefocolarismo conservi loro tuttavia la antica importanza. Una distinzione generale non è possibile se non in senso chimico, e perciò conserveremo l'ordinaria che le partisce in *granulazioni grasse, pigmentacee, proteiche, minerali ed amiloidi*.

Le amiloidi comprendono i corpuscoli amilacei, che si trovano sotto l'ependima cerebrale, e le concrezioni prostatiche. In condizioni patologiche io l'ho osservato inoltre nei rigonfiamenti pelvici dei canali deferenti dei cavalli commiste a liquido colloideo. *Valentin* le vide il primo nei centri nervosi, ma soltanto negli ultimi tempi da *Virchow* sono state denominate corpuscoli amilacei, e avendole paragonate per reazione chimica alla cellulosa vegetale, per forma somiglianti ai corpuscoli dell'amido. Risultano infatti da masse or concentriche, or ellissoidee, tal'altra irregolari; sempre con un centro e con una serie di strati periferici da rappresentare la disposizione che si osserva nei corpuscoli dell'amido. Manca però l'ilo, e solo eccezionalmente nel limite tra il centro e i primi strati periferici ci sta un leggero infossamento. Nel caso precitato dell'esistenza di questi corpi nei rigonfiamenti pelvici dei cavalli, se ne notava un'altra forma di maggiore dimensione dell'ordinaria, ed avevano il corpuscolo, fuora descritto, nel

(1) Vedi: il mio Rapporto sull'insegnamento della zoologia, anatomia e fisiologia sperimentale 1863.

centro circondato da una larga zona irregolarmente ed incompiutamente striata. Il glicogene epatico ha forma granulare ed è perciò detto inulina epatica. Trattati i granuli col jodo fortemente s'ingialliscono e qualcuno soltanto si colora in bleu a quanto si asserisce. Sempre infruttuosamente ho io tentato questa reazione bleu col solo jodo nei corpuscoli cerebrali, e mi è riuscito di vederla soltanto nel caso dell'alterazione dei canali deferenti. La reazione fissata dal Virchow per le concrezioni in discorso è quella della cellulosa; bisogna cioè trattarli con una mescolanza di jodo e di acido solforico adoperando prima l'acido solforico esteso e poscia il jodo. La colorazione che ne succede è la giallo-violacea caratteristica per gli elementi in disamina ed in massima per la degenerazione amiloidea tanto frequente nel fegato e nella milza dell'uomo (1), ed anche negli encondromi (Virchow, Klebs) ed in alterazioni delle cartilagini bronchiali dello stesso (Hayem). Sulla vera natura chimica di questi corpuscoli si sa molto poco di positivo. Dagli studi di Virchow si era desunto che era possibilmente una sostanza amilacea; ma Schmidt che l'ha esaminata di poi l'ha trovata azotata. Kühne e Rudneff che se ne sono occupati in quest'ultimi tempi hanno riconfermati i dati di Schmidt, ed agendo con un nuovo processo di analisi (consiste nel trattare le parti che contengono sostanza amilacea con acqua fredda e continua, con ac. diluiti o con succo gastrico) son giunti ai seguenti risultati: 0,79 di cenere fra 100 parti di sostanze amilacee; la cenere su 100 parti contiene 15,35 di azoto o 13 di solfo. Come si spiega intanto il colore bleu che pigliano alcuni granuli trattati soltanto col jodo? Robin e con lui i giovani istologi francesi ritengono che non si ha mai la vera colorazione bleu. Ma dal momento che io l'ho osservata in casi patologici io non dubito più della vera reazione dell'amido, e sono inclinato a credere che i corpuscoli in disamina possono trovare in differenti stadi di metamorfosi chimica, e quindi da azotati passano ad amilacei. Che sia stata vera reazione dell'amido quella da me osservata, n'ho avuto una pruova di più facendo ottenere dal Professor Ubal dini la saccarificazione della sostanza e quindi la reazione caratteristica col liquore di Trommer che diede proporzionalmente una distinta quantità di ossidulo di rame. Questo passaggio della sostanza azotata nell'amilacea, ad onta che non sia ri-

(1) Si riscontri: Virchow. La Patologie cellulaire. Iec. XVII trad. francese.

schiarato da una formola determinata, ciò non pertanto è molto illuminato dai fatti della fisiologia, ed è oramai da un pezzo una convinzione per i chimici fisiologi. La sostanza albuminoide si ritiene fatta da due corpi, l'uno azotato e l'altro no. Nello sdoppiamento l'alcool del corpo inazotato può dare la sua anidride e si ha l'amido, il suo etero e si ha il grasso ecc. Ora la reazione bleu non può essere precisamente l'indizio dello stadio realmente amilaceo dei corpuscoli? La patologia tende oramai a mettere più in armonia le *degenerazioni* tra loro, e già non pochi patologi tendono a riunire la degenerazione colloidea all'amilacea considerando l'una e l'altra come stadii di un processo solo. Se ciò fosse, le conoscenze chimiche se ne avvantaggerebbero, l'ipotesi riferita potrebbe divenire dottrina, e l'anatomia n'avrebbe la sua utilità.

Differiscono dai corpuscoli amiloidi le *concrezioni* (simpexion) per la loro omogenità. Sono delle masse irregolari limitate da facce o da margini circolari. Si trovano nello stato normale nella prostata e nelle vescicole seminali; e nei cavalli avanzati in età specialmente, oltre che abbondano nel liquido di quest'ultime, si trovano altresì infisse nello stroma della mucosa e visibili ad occhio nudo come tante teste di spille biancastre e lucide. Nello stato patologico poi si trovano in diversi organi con la così detta sostanza colloidea.

Per la formazione di queste concrezioni deve ritenersi quanto dicono in proposito Virchow, Beale ed altri. La sostanza come si produce si viene a depositare intorno al corpuscolo preesistente. Anzi, e meglio, come giustamente aggiunge il primo: è da supporre che per dissoluzione degli elementi della prostata si produce un liquido in cui per precipitazione si formano le predette concrezioni (1).

Le granulazioni minerali che si riducono sempre per lo più al carbonato di calce sono più abbondanti negli animali inferiori che nei superiori, ed in questi più nell'organismo malato che nel sano.

Nello stato di sanità dobbiamo notare le concrezioni calcaree dei tendini e le molecole di carbone che si osservano nei polmoni dell'uomo e degli animali addetti a lavori che li mettono in contatto con aria piena di pulviscolo carbonoso.

(1) Virchow. Op. cit. p. 313.

Più diffuse sono le *proteiche* ed abbondanti soprattutto negli umori e nelle formazioni normali e patologiche. La dimensione è variabile da 0^{mm}, 0005 a 0^{mm} 0030 e le reazioni son quelle delle sostanze albuminoidi. La loro provenienza o è da una disgregazione degli elementi che muoiono, o è da una vera secrezione. In quest'ultimo caso hanno un ufficio importantissimo che più appresso diremo. Abbondanti, infine, sono le granulazioni grasse e le pigmatecce. Le grasse che variano in dimensione da 0, 002, a 0, 003 sono dei veri globulini a potere fortemente rifrangente, e trattati coll'etere e col cloroformio si disciogliono.

Si trovano negli elementi, nelle sostanze interelementari e negli umori a cominciare dal sangue soprattutto dopo una ingestione di alimenti grassi ed in individui pingui. La loro origine può essere attiva o passiva per le parti in cui si trovano (1), in quantocchè o possono esservi importate, e questo è il caso dell'infiltrazione grassa delle cellule epatiche durante l'assorbimento intestinale (processo passivo), o possono essere la conseguenza di una metamorfosi locale del contenuto degli elementi, come si avvera nelle glandole mammarie, nelle sebacee, e temporaneamente nel gozzo dei colombi (processo attivo). Sotto queste due forme si osservano frequentissimamente anche nello stato patologico. Il grasso quando esiste e soprattutto in abbondanza dà un colore giallastro suigeneris all'organo in cui si trova, per modo che se ne nota la presenza ad occhio nudo, ed un esempio ordinario lo fornisce il celebrato fegato d'oca che tanti servizii ha reso alla moderna patologia. Le goccioline di grasso libere facilmente si riuniscono, ed in mezzo a sostanza albuminoide si rivestono di una membrana fatta dalla precipitazione di quest'ultima sostanza. *Hente* l'osservò il primo e fino ad *Ascherson* questo fatto ebbe per alcuni gran valore nell'interpretazione degli atti vitali della materia amorfa; ma ottenutesi per semplice agitazione del grasso in un liquido albuminoso, come accade nelle emulsioni, e prodotesi altresì coll'agitazione del mercurio nell'albumina, siccome osservò nel 1831 *Harting*, il tutto rientrò sotto il dominio della fisi-

(1) Virchow e la sua scuola caratterizzano i processi passivi dagli esiti che determinano, e che consistono o nella paralisi degli elementi, necrosi, o nella distruzione degli stessi come la degenerazione grassa, la calcarea e l'amiloidea. Nell'Istologia e nella Fisiologia normale, credo di non adotarli in questo significato. Si veda: Virchow — luogo cit. pag. 266.

ca. La membrana è detta aptogena o di *Ascherson* perchè fu questi che prima artificialmente la produsse (1).

Le granulazioni pigmentacee sono ancora più sparse. Dal nero al rossastro occupano una varia gradazione di colorito.

La varietà nera è la più diffusa, ed è appunto la melanina la quale si scioglie nell'ammoniaca e viene scolorata dal cloro. Sull'origine non vi è più dubbio a ritenere che il pigmento può provenire dal sangue per metamorfosi regressive dell'emaglobulina, e può generarsi localmente per trasformazione del protoplasma cellulare. Su questo punto vi è stata grande discussione nella scienza, ma ora ramai la questione si è sciolta nel modo ceunatovi. Che anzi non solo la sostanza albuminoide contenuta nelle cellule può subire il passaggio pigmentale, ma quanto pare che lo può anche la sostanza intercellulare. Quali sieno le condizioni intime del processo chimico non si sa dire, siccome niente si sa sul resto dell'intimità dei chimismi elementari; ma è senza dubbio che la luce abbia la sua grande influenza su questa formazione.

(1) Kölliker. Elements d' Histologie humaine 1856 pag. 12 e 13.

LEZIONE QUARTA

SOMMARIO — Proprietà fisiche, chimiche e fisiologiche delle Cellule — Si discorre dell'imbibizione, della Coesione, dell'Elasticità, del Potere Rifrangente dei varii attributi morfologici delle cellule, del modo di comportarsi di quelli alla luce polarizzata, ed infine dell'Irritabilità. — L'organismo vive nelle sue cellule — Ogni fenomeno vitale risponso per condizioni: un corpo ed un mezzo (Bernard) — Concetto meccanico della vita — Storia dell'Irritabilità da Tommaso Cornelio a Virchow.

I.

Le proprietà delle cellule si distinguono in fisiche, chimiche e fisiologiche. Tra le prime si annoverano l'*imbibizione*, la *coesione*, l'*elasticità* ed il *potere di rifrangere la luce*.

L'*imbibizione* è la proprietà che hanno le cellule di assorbire acqua tra le loro molecole. A giudicare da quanto accade nell'imbibizioni microscopiche coi liquidi colorati, è il nucleo quello che ha il maggiore potere assorbente. L'acqua assorbita dalle cellule, a differenza dei corpi solidi minerali nei quali l'acqua presa o può essere chimicamente combinata (acqua di cristallizzazione) o pure essere contenuta nei pori o nei grandi interspazii esistenti tra le molecole dei corpi porosi, non è nè in chimica combinazione nè tenuta in grandi interspazii; si bene è depositata in spazii straordinariamente piccoli tra le singole molecole. Di qui nasce la particolarità per le cellule e pei tessuti che esse compongono, che quando si disseccano da semifluidi passano a solidi; mentre i minerali conservano lo stesso stato. L'assorbimento d'acqua non è mai illimitato nelle cellule e nei tessuti; ma in cambio ognuno dei secondi, e si deve ritenere anche per le prime, ha un massimo di assorbimento. Questo però resta sempre in certi confini, sicchè le molecole non perdono mai una certa affinità, e l'assorbimento d'acqua si riduce sempre ad un'unione di questa con parti solide. Precisamente il contrario accade nell'argilla le cui molecole possono essere di tanto allontanate da ottenere una vera fluidificazione di parti solide. I prodotti delle cellule, o le sostanze organiche, come l'albumina, la gomma, l'amido, dette da Graham

sostanze *colloidi*, s'imbevono pure d'acqua; però le loro soluzioni, più che tali, sono realmente sospensioni delle loro particelle in un eccesso di acqua.

La *coesione* poi è la resistenza che le cellule offrono ad una forza che le vuol distruggere, e l'*elasticità* la resistenza ad ogni cambiamento di forma. Mercè la prima si conservano intatte agli urti, alle pressioni, agli schiacciamenti, e mercè la seconda ripigliano la forma primitiva tutte le volte che cessa di agire la forza che l'ha disturbata. Entrambe queste proprietà sono conseguenza della più o meno piccola quantità d'acqua della quale le cellule sono imbevute, ed inoltre dell'età e della loro composizione chimica. In massima le cellule nello stato giovane, contenenti molt' acqua, sono in uno stato semifluido, e perciò hanno poca coesione e lieve elasticità; ma come si avanzano in età, e perdono acqua, così aumentano in consistenza ed in elasticità. Entrambe poi raggiungono il massimo grado in certi elementi sottoposti a trasformazioni chimiche, avvenute o nel protoplasma (epiteli, tessuto muscolare), o nella parete (capillari, fibre nervose), o pure nella sostanza intercellulare trattandosi di tessuti (tessuti congiuntivi). Tra tutti il tessuto elastico, come il suo nome lo dice, la vince.

Le cellule e le loro parti hanno *potere di rifrangere* la luce, e siccome l'indice di rifrazione n'è diverso così si possono distinguere al microscopio la parete, quando esiste, il protoplasma, le parti contenute nel nucleo e via dicendo. Non ancora si sono fatte delle misurazioni degli indici di rifrazione delle differenti parti; ma si sa che è maggiore quello del grasso, meno quello della sostanza elastica e cornea, meno quello delle sostanze albuminoidi e delle gelatinose, e meno ancora l'indice delle soluzioni acquose. Tutte le sostanze che hanno un eguale indice di rifrazione sono omogenee, e nel riunirsi si fondono senza lasciare limiti marcati. Questo avviene delle cellule che non hanno parete; per contrario quando ne sono fornite, siccome è dessa di natura possibilmente elastica, il suo indice di rifrazione è maggiore di quello del protoplasma, e perciò nell'addossarsi due cellule conservano marcatissimi i loro contorni.

Alcuni dei raggi rifratti sono assorbiti, massime quando ne' protoplasmi si trovano sciolte sostanze coloranti come la clorofilla per le piante e l'emoglobulina per i globuli rossi del sangue negli animali.

Le cellule e le loro parti si comportano diversamente alla luce polarizzata, e ciò ha servito a rilevare importanti dati intorno la loro struttura molecolare. Andremmo troppo per le lunghe e non potremmo fare a meno di non pochi dettagli, ove ci volessimo trattenere su questa parte. Quindi conviene rimetterne l'esposizione a come capita parlarne nello sviluppo particolare dei singoli tessuti.

11.

In quanto alle proprietà chimiche ci dobbiamo limitare a dire: che le cellule animali assorbono ossigeno, emettono gas acido carbonico e sviluppano generalmente calore; e le vegetali assorbono gas acido carbonico, fissano il carbonio ed emettono l'ossigeno. In conseguenza mentre le prime sono apparecchi di ossidazione, le seconde sono laboratori di riduzione.

« Le cellule animali generano dai corpi albuminoidi alcune sostanze allo stesso molto affini che mancano nelle piante, cioè a dire la sostanza cornea, la gelatina e l'elastica. Alle cellule animali e vegetali poi sono comuni i fermenti e le sostanze mucose. »

« Ulteriori prodotti di trasformazione dei corpi albuminoidi sono le basi azotate che si trovano sia nelle piante che negli animali; ma dove nelle prime sono di composizione differente nelle diverse specie, nei secondi sono dappertutto le stesse. Le basi delle piante sono fortemente alcaline, e negli animali accanto alle basi azotate si trovano anche gli acidi azotati. Le sostanze inazotate abbondano nelle piante, ed alcune le sono particolari, come l'amido, la gomma ecc. »

« L'acqua che forma una parte di tutto l'organismo è nei primi tempi diffusa nelle sostanze albuminoidi; più tardi nelle cellule delle piante si raccoglie in quantità più o meno notevoli ed a masse distinte. »

« Nelle giovani cellule delle piante sono sciolte nell'acqua l'ossigeno, l'acido carbonico e l'ammoniaca, e la cellula animale porta soltanto ossigeno e gas acido carbonico in pochissima quantità. »

« La cellula animale e la vegetale abbisognano di una serie di sali minerali, particolarmente di cloruri alcalini e di fosfati al-

« calini e terrosi; entrambe portano approssimativamente gli stessi sali, ma la cellula animale in più costanti rapporti, ed in essa i cloruri ed i fosfati si possono meno che nella vegetale l'un l'altro sostituire. » (*Wundt*).

III.

Infine le proprietà fisiologiche si riducono all'*irritabilità* cioè alla proprietà che hanno le cellule di risentire gli stimoli e di reagire a norma della natura e dell'intensità degli stessi.

L'organismo vive nelle sue cellule, ed ogni studio della vita, che non cominci dalle attività di queste è fuori ogni base seria e scientifica. La vita è l'attività delle cellule, ed i suoi caratteri son quelli di queste. La cellula è un vero corpo composto di sostanze chimiche determinate ed aggregate secondo leggi determinate. La sostanza, che la forma, ne fa variare l'attività, e la funzione che ne risulta cresce e diminuisce, nasce e compare col cambiamento, l'aumento e la diminuzione di questa sostanza.

La speculazione ha ceduto il posto al sodo ragionamento poggiato sull'attuale sperimentalismo, ed i progressi degli ultimi anni hanno potuto fare apprezzare al giusto valore le idee che si sono possedute intorno alle forze ed alla materia, all'organismo ed alla vita. Il dualismo Aristotelico, ed un'Iside qualsiasi, quindi, che avrebbe tenuto in movimento l'universo, od un'Archeo che si tenesse infedato l'organismo vanno perdendo sempre più proseliti col moltiplicarsi le conoscenze delle scienze naturali. Dio è nella natura, la forza nella materia e la vita nelle cellule; all'esempio del Fisico che non conosce più gravità ma corpi gravi, il Fisiologo deve dimenticare la forza vitale per concentrarsi negli elementi anatomici vivi — Ciò ripeto in linea di fare positivo lo studio dell'organismo, poichè nulla vi si è guadagnato seguendo i delirii di *Stahl*, di *Van-Helmontz*, di *Descartes*.

Ogni fenomeno vitale riconosce una doppia condizione: 1. un corpo; 2. un mezzo (*Bernard*). Questo che agisce da stimolo, e quello che reagendo estrinseca le sue proprietà speciali inerenti alla sua costituzione. L'insieme di tutte le dette proprietà reattive colle singole condizioni di loro manifestazione forma la storia della vita o la vita stessa.

Il corpo ed il mezzo sono due condizioni indispensabili per

l'attuazione degli atti vitali: l'uno senza l'altro è inerte, non altrimenti che un minerale qualsiasi che resta indifferente fin quando non viene disturbato dai comuni mezzi calorilici, elettrici, luminosi. Che si pigli un cuore di rana per esempio e si metta sotto una campana. Dopo un tempo vario a seconda della grandezza della campana stessa i movimenti cardiaci, che sono per un pezzo continuati, si arrestano. Se però nuova aria si fa penetrare da rimettere l'equilibrio tra l'ossigeno ed il gas acido carbonico dell'ambiente interno i movimenti si ripigliano. Qui non abbiamo altro che la dimostrazione del fatto enunciato: il *corpo* che è qui il cuore e per esso la fibra muscolare si è contratta fin quando ha avuto il mezzo che ve l'ha determinata. È restata invece paralizzata allorchè questo è mancato.

Accade lo stesso ripetendo l'esperienza di *Brown-Sequard* sia sul cuore separato dall'organismo, sia su qualche intiera regione del corpo che si priva di sangue o che è inattiva per morte dell'intero animale. Così un cuore, che già tace in un fresco cadavere, rivive se s'irrorà per i suoi vasi con sangue, sul momento estratto da animale vivo e defibrinato. I museoli, i nervi di un arto dell'istesso cadavere, i quali non rispondono più agli stimoli si possono riavere con riattivarne la circolazione con sangue defibrinato. Ed infine, ciò eh'è più meraviglioso, si può produrre paralisi a volontà su un'estremità o su tutt'intiera la metà posteriore del corpo intercettandone la circolazione. I fisiologi già sanno che legando l'aorta addominale si determina la paralisi del treno posteriore la quale svanisce collo slegare la grossa arteria dell'addome; e l'anatomia patologica ha insegnata alla clinica che le paralisi così dette *periodiche* non sono che l'effetto di un'interruzione di circolo per embolo soffermatosi in qualche grosso vaso, siccome *Gurli* ebbe pel primo ad osservare ed intendere alcune forme paralitiche degli arti posteriori dei grossi animali.

IV.

Dall'esposto un solo fatto si apprende, ed è che gli elementi anatomici, sebbene hanno la potenzialità a funzionare e la proprietà anche di determinarne il modo, non possono far senza di un mezzo. Negli esempi allegati è il sangue che coi suoi corpuscoli e col suo ossigeno lo rappresenta, ed è appunto il sangue il gran mezzo interno ed il più universale dell'attività dell'organismo.

La reazione degli elementi anatomici è varia a seconda della loro costituzione e degli stimoli che l'impressionano, siccome vedremo più basso; ma in ogni modo 'è possibile soltanto perchè tutti gli elementi distintamente hanno la proprietà di essere impressionati dagli agenti fisico-chimici ed anatomici, ed a norma degli stessi e della costituzione propria degli elementi rispondono con manifestazioni attive di vario ordine. Questa proprietà è ciò che al giorno d'oggi chiamasi *irritabilità*, ed *irritazione* dicesi l'azione propria dei mezzi, degli irritanti esino ad un certo punto anche la reazione delle cellule e loro derivati. Questo concetto, che dicesi anche *concetto meccanico della vita*, è stato assai fecondato dal Virchow coi suoi numerosi e classici lavori di anatomia patologica e forma quasi il dogma attuale degli studi positivi di Biologia. Però non è nuovo, e giunto a questo punto vale la pena fare uno schizzo storico per vederne l'origine ed il corso fortunososo che ha seguito fino ai nostri giorni in mezzo alle varie opinioni ed ai diversi sistemi con cui si è considerata la vita. Con ciò non pretendiamo di fare un lusso di erudizione, giacchè le cose che andiamo a dire si trovano nei libri più comuni; ma abbiamo in mira soltanto di far toccare con mano il lungo cammino e le molte soste che ha dovuto subire la verità per farsi strada, e di affermare positivamente il reale concetto della vita pel vantaggio della scienza e del metodo che oramai dovrebbe essere uniforme per tutte le scienze naturali. Imperocchè, per lo sviluppo enorme di queste scienze e per l'acquisto ognor crescente delle conoscenze sperimentali, è divenuto quasi impossibile che un sol uomo potesse tutt'insieme abbracciarle e farle risentire i benefici influssi dell'influenza reciproca e dell'unità. Per ovviare a che questa unità disparisse è mestieri che i Naturalisti s'intendessero almeno sul concetto della vita della cellula (Virchow), poichè così ne potrebbero fare il punto di unione o di legame, ed il mezzo in cui convergendo tutte le conoscenze si troverebbe nell'azione reciproca tutta la forza dell'unità.

La legge di *casualità* per la natura organizzata ha avuto le sue prime fondamenta nel secolo XVII e per opera di un italiano. *Tommaso Cornelio Cosentino*, professore un tempo nell'Ateneo napoletano, fu quegli che anche prima di Glisson parlò dell'irritabilità degli esseri viventi, degli animali come delle piante. Elegante scrittore latino, pubblicò i suoi primi scritti sull'argomento nel

1663 (1) e poscia con una serie di lavori dimostrò l'irritabilità del cuore, dello stomaco, e dello scroto; delle lucertole, delle testuggini ecc. *Haller* conobbe i lavori del *Cornelio*, poichè ne cita l'edizione napolitana (2); ma bisogna dire che sotto il rapporto storico non ne fece gran conto per l'irritabilità, su cui egli stesso tanto lavorò, e molto ebbe ad allontanarsi dalle opinioni in proposito dei suoi predecessori e dei suoi contemporanei. Tredici anni dopo *Cornelio*, cioè nel 1676, *Glisson* si occupò intensamente della irritabilità. Allontanandosi molto dalle idee platoniche ed aristoteliche che dominavano il modo d'intendere la vita, generalizzò il concetto dell'irritabilità, ne abbracciò tutta l'estensione e l'importanza, e venne alla conclusione che l'organismo animale ha a sè inerente una forza motrice, organica o vitale, che chiamò irritabilità, la quale determinava tutte le azioni organiche, ed era messa in attività da cause irritanti che potevano essere esterne o interne ingeneratesi nell'organismo medesimo. *Glisson* attribuì ad ogni materia vivente la proprietà irritabile e la considerò come un'attitudine speciale a risentire le cause irritanti ed a reagirvi con movimenti che considerava quali contrazioni. Distinse tre specie d'irritabilità: la naturale, cioè, la sensitiva, e quella dipendente dalla volontà. Quest'ultima apparteneva al cervello, che metteva in movimento i muscoli per un'eccitazione interna (irritanti interni); la penultima ai nervi, e la prima alla fibra animale in generale, poichè era comune ai solidi ed al sangue ed agli altri umori.

(1) *Progygmesmata physica*. Venet. 1853 et his accessere ejusd. Auct. Opera quaedam posthuma Neap. 1663.

Saverio Macri. *Institutiones Physiologicae* auctore L. M. A. Caldano edit. ali. neap. cum adnotationibus ed additamentis tom. I. pag. 283. Neap. 1804.

Saverio Macri fu quegli che disseppeì i lavori di *Cornelio* sull'irritabilità e toccandoli da vicino in rapporto alle elucubrazioni di *Haller* sull'istesso argomento venne nella sentenza che l'irritabilità *Halleriana* si doveva chiamare *Cornelliana*.

Delle Chiaje, rimettendosi, a *Macri*, ha sostenuto la medesima tesi. Vedi: Delle Chiaje. *Biografie* negli Atti dell'Istituto d'Incoraggiamento. Nap. 1822, p. 345.

— *Istitutioni di Anatomia e di Fisiologia comparata*. Parte prima, pag. 16. Nap. 1832.

(2) *Haller* in *Bochhav. Meth. stud.* I. 436 e 624 Ven. 1753.

I contemporanei di *Glisson* non prestarono attenzione alle sue idee. Preoccupati dal principio che la materia vivente era spontanea nella sua azione, non si potevano acconciare all'opinione opposta, che cioè l'origine delle azioni della materia viva stà al di fuori di essa, nelle cause irritanti. Poscia col trionfo dell' idee di *Van Helmonz*, di *Descartes* e sopra tutto di *Stahl*, quelle di *Glisson* vennero quasi interamente abbandonate.

Sthal, partigiano della chimica quanto disprezzatore dell'anatomia, combattè i principii degli iatro-meccanici e non volle ammettere l'irritabilità di *Glisson* come attività inerente alla materia. E cosa singolare, escluse ogni idea chimica dalla spiegazione ed intendimento degli atti vitali! Egli credè che le forze chimiche e fisiche tendono continuamente a distruggere l'organismo vivo, e questo n'è preservato dalla resistenza che spiega una forza estranea alla materia vivente che chiamò *anima*, e che sarebbe la causa e la sorgente di tutti i fenomeni vitali (2). Era l'anima che riceveva l'impressione dal difuori mercè i nervi e che la rifletteva poi mercè le attività degli organi: era questo archeo (*Van-Helmonz*) che s'incaricava dell'integrità dell'organismo e ne vegliava alla sanità. Ogni causa morbosa, considerata qual nemico, era combattuta ad oltranza, e si finiva col trionfo dell'uno o dell'altra, della malattia cioè o della sanità, del ristabilimento o della morte!

L'indivisibilità di quest'ente materiale era un punto cardinale della dottrina di *Sthal*; ma da questo lato ebbe appunto degli oppositori che si poggiavano sul fatto che parti del corpo animale separate da esso erano tuttavia irritabili, e stimulate quindi si muovevano, come ad es. un pezzo di muscolo. Se realmente era l'anima la causa di ogni movimento, come vi si avrebbe potuto ricorrere in questo caso se non distruggendo la sua essenza una ed indivisibile? Oltre di che le piante che pure hanno dei movimenti e vita come ne farebbero senza? *Sthal* non fu, nè poteva essere felice, nell'oppugnare simili obbiezioni dei suoi avversarii, ma con tutto ciò i suoi partigiani furono innumerevoli, ed il suo an-

(1) *Glisson*, De ventric. et intestin. VII pag. 170 London 1676.

(2) *Sthal* G. E. Theoria medica vera physiologiam et patologiam Sistens. Halle 1708.

mismo schiuse la via ai *vitalisti*. I quali, sebbene non avessero ritenuta intera la dottrina di *Sthal*, pure fecero gran prò del concetto secondo il quale bisognava escludere le forze fisico-chimiche dall'intendimento degli atti vitali. L'anima esisteva, ma esclusiva per gli animali, ed inearicata degli atti psichici ed intellettuali. Una forza, poi, più generale, che chiamavano *principio vitale*, e che era comune alle piante ed agli animali, sarebbe stata quella che avrebbe diretto e presieduto a tutti gli atti vitali. Si digeriva per forza vitale, si respirava per forza vitale e si compievano in una parola tutte le metamorfosi organiche ed organizzate per questa incognita, per questa potenza arcana, che sfuggiva ad ogni esame e che si chiamava il *principio della vita*. Questa dottrina, che fiorì negli ultimi decenni del secolo passato, è quella che ha avuto maggior durata e più numerosi seguaci; ed anche al giorno d'oggi se ne trovano su larga scala con tutti gli esercizi che la lunga vita ha apportato alla felice corte, e che son dovuti singolarmente al *Bichat* che ripeteva *Sthal*, ad *Hente* che continuava *Schelling* per la *forza tipica*, ed a tutti quelli che si sono serviti, per intendere la natura, della *pura teleologia*. Se fosse vissuto *Boerhave* avrebbe avuto di che compiacersi pel suo famoso apoftegma: la *semplicità è il segno della verità*. Tutti i vitalisti n'hanno fatto la più larga applicazione, ed infatti può esservi modo più semplice e nel tempo stesso più comodo per intendere gli atti vitali di quello che farli dipendere da una forza ignota inanalizzabile, qual'è appunto la forza vitale? Ma non perciò bisogna dire che è il più vero, nè che sia stato abbracciato da tutti gli scienziati. Già tra l'*animismo* ed il *vitalismo* vi corre un contrastato periodo che dobbiamo ancora cennare in tutte le sue peripezie; e mentre oggi qui ne parlo, una pingue falange di osservatori e di sperimentatori ne fanno, con mezzi che parlano forte all'intelletto ed alla ragione, esemplare giustizia.

Durante i trionfi di *Sthal*, e maggiormente dopo che i partigiani si cominciarono a diradare, le idee di *Cornelio* e di *Glisson* non vennero del tutto dimenticate. Soprattutto le dottrine di quest'ultimo, si può dire, che vennero continuamente coltivate: anzi furono desse che diedero i più solidi elementi ed i più seri mezzi per arrotrare i ferri contro l'attraente *animismo*.

Ma le idee del primo, fecondate da un ingegno robusto ed osservatore, quale si fu quello di *Alberto Haller*, portarono una ve-

ra rivoluzione nel significato delle parole adoperate sin'allora per indicare l'attività degli elementi vitali, sebbene ne restrinsero e ne mutarono il concetto. *Haller*, profondo conoscitore delle opere dei suoi predecessori ed eminentemente osservatore, si sforzò di sottoporre tutti i fatti conosciuti della vita allo sperimento, e mettendo allo scoperto muscoli, nervi, il cuore, vasi, membrane, cartilagini, ossa, visceri di animali viventi di diverse classi ecc. vi agì sopra con moltissimi mezzi meccanici o fisici, a fine di provare gli effetti degli stessi nelle suddette parti. Potè stabilire così tre proprietà, forze caratteristiche delle fibre animali, cioè: la *contrattilità*, l'*irritabilità* e la *sensibilità*.

Un tessuto, stirato in un modo qualsiasi, riprende la sua posizione primitiva dopo cessata la trazione, e ciò accade secondo *Haller* per la *contrattilità* o *retrattilità*. La fibra muscolare od il tessuto muscolare in circostanze date bruscamente si raccorcia: la forza che lo permette per *Haller* è la *irritabilità*. Infine i nervi irritati in modo qualsiasi sentono e fanno avvertir dolore, e ciò per la forza che chiamò *sensibilità*. Secondo *Haller* quindi la *contrattilità* era una proprietà generale che estendeva altresì alle piante, e l'*irritabilità* e la *sensibilità* forze speciali, dal cui giuoco faceva dipendere tutte quasi le funzioni degli animali.

Non ci vuole molto per comprendere l'inesattezza delle idee di *Haller*. Confondeva già una proprietà interamente fisica, l'elasticità, colla *contrattilità* o *retrattilità* come la chiamava, ed alterava il senso della *irritabilità* e ne localizzava la sede. L'*irritabilità* era per lui ciò che veramente è la *contrattilità*, ed infatti egli scrive: *irritabilem partem corporis humani dico, quae ab externo aliquo contactu brevior fit* (1). Questa parte è la fibra muscolare, ed i muscoli perciò e gli organi che ne contengono gli elementi erano i soli irritabili. L'*irritabilità Halleriana* (2), frase che si trova spesso nei libri, non è perciò che la *contrattilità* muscolare, riconosciuta come speciale ed inerente agli elementi in discorso. Gli stimoli interni od esterni, agendo direttamente od indirettamente mercè i nervi, producevano sempre il raccorciamento della fibra muscolare e ne promuovevano l'*irritabilità*. I nervi quindi per *Haller* non erano che gli eccitanti dei muscoli, e sebbene l'*irritabilità* e la

(1) Opera omnia, tom. 4, pag. 407 1762.

(2) Si veda la nota a pag. 290.

contrattilità mutuamente potevano reagire, pure quest'ultimi (i muscoli) erano interamente indipendenti nella loro azione. Fu questa la sola idea buona che *Haller* portò nella quistione, e che difese insieme a tutta la sua dottrina con una vivacità ed una costanza indicibile contro tutti gli oppositori che ritenevano i nervi indispensabili per l'irritabilità muscolare, e la forza nervosa in generale quale principio supremo dei fenomeni vitali. *Wyllt*, fra questi, fu uno dei più ardenti sostenitori della teoria nervosa per l'irritabilità muscolare, e l'esagerazione poi della sua essenzialità condusse alla scuola dei *nevrismi*, per cui tutto era disimpegnato dai nervi nell'economia animale vivente. Il tempo ha dato ragione ad *Haller*: grazie all'azione del veleno americano (curare, woorara ecc.) che uccide esclusivamente i nervi motori o le loro terminazioni, e mercè i delicati lavori del *Kühne* che hanno scoperto una serie d'irritanti ad azione esclusiva sui nervi o sui muscoli si può far contrarre gli elementi muscolari indipendentemente dai nervi, sia che questi siano distrutti, sia che esistendovi pure non vengono interessati nello sperimentare. L'idea, però, di *Wyllt* e compagni non morì presto; che anzi è viva per alcuni anche ai nostri giorni, ad onta che ai lavori ed alle ricerche sperimentali di sopra citati si siano aggiunte le notevoli conquiste sulla vita cellulare e sul vero significato dei nervi nei fenomeni vitali dell'organismo animale.

Verso la fine del passato secolo e sul principio dell'attuale si riprese con ardore, ma usando altri nomi e modificando alquanto i concetti dei predecessori, la quistione dell'irritabilità. *Brown* ne fu l'iniziatore e fondò un sistema che per poco ebbe grido. Egli scosse la dottrina della forza vitale stabilita dai fisiologi anteriori, e riconobbe in modo non praticato fino allora la dipendenza della vita dalle esterne influenze, ritenendola uno stato quasi passivo per l'organismo. Le cause vennero da lui chiamate *incitamenta*, *stimuli*, *potentiae irritantes*, ed *incitabilità* la proprietà che hanno i corpi viventi di essere attaccati dagli stimoli e di reagire. Gli umori non erano *incitabili*, ma *incitanti*, ed uniti all'anima formavano l'insieme delle cause interne intervenenti nelle reazioni organiche.

Senza occuparsi delle dottrine anteriori ritenne l'*incitabilità* come forza fondamentale della vita ed inerente ai solidi dei corpi organici, sia animali che vegetali. di cui s'ignorava la natura

e si faceva visibile soltanto mercè l'azione delle cause, cioè l'incitazione. Ogni essere vivo portava con sè dalla nascita una parte di tal forza che gl'incitanti a poco a poco consumavano. La quantità di essa era quella che per *Brown* regolava le differenti modalità della vita nei rapporti nutritivi, riproduttivi e funzionali; la quantità del pari dominava le diverse manifestazioni attive degli organi e dei tessuti, ed il suo esaurimento, o pure la mancanza degli eccitanti, portava la morte. *Brown* in tutto ciò dimenticò interamente la parte che possono pigliare i corpi viventi, e li venne a considerare come delle vere macchine a cui negava ogni principio interno di qualsiasi determinazione.

Questa mancanza o questo falso modo di considerare la parte degli organi era il maggior difetto del sistema di *Brown*; giacchè, se è vero che la vita dipende dagli incitanti sia esterni che interni, non è neppure da mettersi in dubbio che la reazione che ne succede è fatta in guisa che ciascun organo, ciascun tessuto manifesta le proprie attività speciali, le proprie forze. Di qui risulta 1.° che per questo movimento reattivo specifico la reazione degli organismi colle potenze incitanti non è passiva, ma essenzialmente attiva, e 2.° che le manifestazioni vitali distinte per tempo, per natura e per indirizzo non sono affatto dipendenti dalla quantità dell'incitabilità, sì bene dalla qualità degli organi, dall'essenza degli elementi e dalla natura dei loro componenti. « *Brown* ebbe « riguardo alle sue proporzioni (incitabilità) sotto l'aspetto della « quantità, circostanza che sola non basta per spiegare le differenze che i corpi viventi offrono nella loro composizione, configurazione, organizzazione o manifestazioni di forza. Sebbene i « corpi viventi ed eccitabili non spieghino attività che nelle occasioni di esso influenze, pure non si potrebbero giammai, secondo la natura di queste influenze che presso a poco sono le « stesse per tutti, e non già in proporzione dell'incitabilità toccata ad essi, concepire le modificazioni che questi offrono nella « loro formazione, organizzazione, composizione ed azioni. Ciascuna specie vegetabile ed animale produce ancora delle potenze eccitanti, si forma e si sviluppa a suo modo, e manifesta la « sua attività in ispeciale maniera, di che la ragione sta nè nella quantità proporzionata d'incitabilità, nè nella somma degli incitanti, « ma unicamente nella qualità o nella natura delle loro proprie « forze. *Brown* non ha neanche sospettato le differenze che offre

« l'attività interna, di cui la vita dei diversi corpi organizzati è il
« prodotto sotto la influenza di agenti esterni o d'incitanti. Il suo
« sistema è vizioso eziandio in quanto che ammette l'uniformità
« generale dell'incitabilità nell'organismo ed in tutte le sue par-
« ti, mentre che ciascuna parte effettua una funzione che ad essa
« è propria, vien mossa mercè l'influenze o incitamenti speciali,
« e concorre per ciò alla conservazione della vita. Non si com-
« prende in questo sistema, perchè un corpo vivente contenga dei
« tessuti, degli organi, e degli apparecchi diversi. »

Queste obiezioni del Tiedemann al sistema di Brown possiamo con leggiero cangiamento sul concetto delle forze, e su cui non è mestieri che ci spieghiamo, ritenere quali fondamentali e di tanta portata da abatterlo interamente. Ma ad onore dei suoi seguaci, dobbiamo dire, che non pochi difetti furono corretti, e quindi parte delle surriferite obiezioni vennero ad evitarsi. Essi non ammisero la passività dell'organismo, e si avvisarono invece che l'incitabilità dovevasi considerare come il prodotto di due fattori: 1° la facoltà di sentire gl'incitanti (capacità di sentire), e 2° quella di agire, e che entrambi erano varii nei differenti apparecchi organi e tessuti.

Tiedemann continuò l'opera di questi, poichè in fondo alle sue opinioni non vi si vede che l'indirizzo di Brown collo scopo di temperarne i difetti e correggerne gli errori (1). Per lui la vita stà nell'attività reattiva dell'organismo agli agenti esterni ed interni; ma la reazione è attiva e specifica, ed è comune agli animali ed alle piante, ai solidi, ai liquidi ed alla materia organica amorfa. Tiedemann, parteggiano delle generazioni spontanee, si poggiava su questo fatto, che pareva allora ammissibilissimo, per dare alla materia amorfa le stesse qualità reattive ed organizzabili che si riconoscevano negli organi e negli umori.

Gli agenti esterni che impressionano i corpi vivi furono chiamati agenti eccitanti (*stimuli*, *incitamenta*, *potentiae irritantes*), poichè son dessi che li eccitano alle attività ed alle determinazioni del loro particolar modo di azione. Chiamò poi *eccitabilità* la proprietà degli esseri vivi a risentirne l'impressione ed agire dopo la stessa, e la considerò varia non solo nei differenti animali

(1) Tiedemann. Trattato completo di fisiologia generale e comparata. Napoli 1841 pag. 199 e seg.

e nelle piante, quanto nei diversi organi a giudicarne dalle manifestazioni e risultamenti diversi della forza plastica. Gli eccitanti furono distinti in organici (alimenti) ed inorganici (acqua, luce, calore) segnando fra essi con precisione gli elementi distruttori.

Il merito di *Tiedemann* si fu quello di ben precisare l'azione degli eccitanti e fino ad un certo punto i limiti degli stessi e dell'eccitabilità. Quelli non danno la vita agli esseri organizzati, ma lo stimolo a risvegliarne azioni il cui complesso è la vita. Queste azioni, risvegliate dall'eccitabilità stimolata, non consistono secondo *Tiedemann* che in movimenti, i quali sono differenti in ragione della diversità dei corpi animali stessi, delle loro parti, e della rispettiva organizzazione e forze inerenti. Perciò gli eccitanti possono cangiare il modo di essere di una data parte o di un dato organismo, donde la malattia e lo stato opposto la guarigione, i differenti temperamenti e le diverse qualità degli animali sotto opposti climi e differente alimentazione; e la loro azione in questo caso si arresta a ciò che modificano la costituzione dei corpi mercò gli elementi che forniscono e che si fissano nell'assimilazione.

Queste ultime idee riferite furono le basi di parecchi sistemi medici, del cui valore non ebbe molto a lodarsi l'umanità. *Broun* fondatore in Fisiologia della dottrina dell'incitabilità, fu altresì autore reputato della teoria dell'eccitabilismo in Medicina, per cui le malattie si distinguevano in due classi, in *steniche* ed in *asteniche*, od in quelle cioè che erano conseguenza dell'incitabilità aumentata e nell'altre prodotte da incitabilità diminuita. Siccome le seconde predominavano, anzi erano le sole, poichè anche le steniche finivano per un abbattimento o per una diminuzione della proprietà fondamentale della vita, così il sistema terapeutico che ne conseguì fu quello d'incitare ed i *Brouniani* incitavano sino all'incendio!

A combattere gli errori sorse *Rasori*, seguito poscia da *Tommasini* e da una numerosa schiera di seguaci che ne divisero intiere le opinioni, e fondò la dottrina detta del *controstimolo*. Con essa, è vero, si volle distruggere una pericolosa idea del *Brounismo* cioè che ogni esaurimento era preceduto da esaltazione o da sopraeccitazione, ma non si può dire che la clinica si trovò avvantaggiata nella terapia. Coi *controstimolanti* che si davano a mano generosa si procurava in pratica appunto quello che in teoria si voleva evitare (l'esaurimento), e basta citare il salasso

che n'era il sovrano, per ricordarsi quanto si è dissanguato, e come si è straziata all'ombra della scienza la povera umanità.

Infine comparve Broussais colla sua *dottrina fisiologica* poggiata sull'irritazione, e sebbene ne restrinse il campo, il concetto che n'ebbe però fu quello di Broven e della sua scuola.

Mi limito qui, perciò che ha tratto ai sistemi mediei, poichè credo che queste citazioni, per quanto brevi, bastano per completare l'idea che volevo dare dello svolgimento delle conoscenze sulle dottrine della vita e delle mediche applicazioni che nei vari tempi se ne son fatte. Se non altro è una pruova sempre di più, che è unica la base dello studio dell'organismo sano e dell'organismo infermo, e che la fisiologia se ha un limite, questo è al di là di tutte le attività organizzate, siano esse normali, siano patologiche.

Ma ritornando alle dottrine della vita, e ricapitolando tutto quello che brevemente son venuto esponendo, si vede chiaro che per quanto si mostrano discordanti nei loro principii, convengono ciò non ostante in questo, che le manifestazioni attive degli esseri organizzati son sempre originate da agenti interni od esterni che fossero, ma per lo più estranei agli organi eccitati. Le manifestazioni poi sono l'effetto dell'azione di un ente immateriale e distinti dall'organismo, o di una forza particolare ai corpi organizzati e che a questi sarebbe associata, o di una speciale combinazione dei materiali che entrano nella composizione dei corpi vivi e delle loro forze tanto chimiche che fisiche.

Oggi le prime due opinioni si abbandonano, e la terza vive modificata, in quantocchè non si ammettono più forze speciali ai corpi organizzati che avessero potuto associarsi alle combinazioni chimiche degli organi e dei tessuti; ma tutti gli atti vitali non sono altro che movimenti della materia, sia che v'intervenga un cambiamento fisico, sia che vi abbia luogo un processo chimico, o tutti e due insieme. Un nucleo di scienziati per quanto ristretto per altrettanto dotto e valoroso ha dovuto molto lottare, perchè si fosse di meno in meno parlato di forza vitale, e si fosse su larghe basi posato il principio che anche nel mondo organizzato non vi ha materia senza forza, o viceversa forza senza materia. Moleschott che n'è al certo uno dei più distinti, e che già da 9 anni occupa la cattedra di fisiologia nell'Università di Torino, dopo di aver detto che le proprietà degli elementi sono immutabili e che è

omai tempo di non parlarsi più di forza vitale, aggiunge in proposito: « la vita non è punto il prodotto di una forza tutta particolare; essa è piuttosto uno stato della materia fondato sulle sue proprietà inalienabili, risultato di fenomeni, di movimenti speciali, come il calore, la luce, l'acqua, l'aria, l'elettricità, che le scosse meccaniche provocano nella materia. Le pretese forze attive sono delle materie calde, delle materie eccitate per l'elettricità, dei corpi vibranti, delle onde sonore, dei raggi luminosi, in breve tutto ciò che sveglia il movimento per un movimento. » (1)

Tutta quest'opera che si compendia nel così detto *materialismo moderno*, e le cui dottrine hanno molto giovato alla Fisiologia ed alla Medicina, ha preceduto i lavori classici del *Virchow* in Anatomia patologica e Patologia Generale e con cui la questione della vita è stato molto illustrata.

Il gran merito di *Virchow*, almeno secondo il mio pensiero, sta nell'aver stabilito e dimostrato nel modo più assoluto e generale le forme materiali, sotto cui si ha la vita, o altrimenti dette le unità vitali, e le condizioni comuni che ne accompagnano le azioni. Queste forme materiali sono le cellule, e ciascuna di esse in riposo è la rappresentanza fisica di forze in equilibrio. Può questo venire disturbato, e conseguenza ne sono le attività e le metamorfosi cellulari. Il disturbo è l'*irritazione*; gli agenti disturbatori sono gli *irritanti* o gli *stimoli*; e la proprietà di risentirli è l'*irritabilità*. L'*irritabilità* od ancor detta *eccitabilità* era già una proprietà per *Tiedemann*; solo questi sbagliava nell'assegnarla alla sostanza organizzabile ed amorfa che in realtà non esiste. La dipendenza, poi, della vita dagli agenti esterni era già un fatto conquistato per *Glisson*. Quindi il fondo della dottrina di *Virchow* o il suo contributo speciale alla scienza sta precisamente nell'aver dimostrato che la cellula soltanto ed i suoi equivalenti vivono, e che l'una e gli altri perciò hanno esclusivamente il carattere dell'*irritabilità*.

La cellula contiene e racchiude in sé tutta la vita animale e vegetale: colla sua composizione genericamente analoga e colla speciale aggregazione dei suoi atomi spiega la varietà delle forme delle parti elementari organizzate, e le attitudini diverse a funziona-

(1) *Moleschott*. La circulation de la vie, Vol. II pag. 139 Paris 1866.

re: alla composizione ed all'aggregazione, poi, associatavi l'azione degli stimoli di grado diverso e di differente natura, si ha tutto l'insieme del meccanismo della vita dal zoofito all'uomo e dalla crittogama al pioppo gigantesco.

L'attività della cellula è meccanica e chimica, e gli stimoli corrispondentemente vi agiscono meccanicamente o chimicamente. *Virchow* distingue tre sorta di attività: la *funzionale*, cioè, la *nutritiva* e la *riproduttiva*, o la *funzione*, la *nutrizione* e la *formazione*. Sebbene i limiti di separazione dell'una dall'altra non sono ben marcati, poichè, come egli dice, l'evoluzione nutritiva può confondersi colla formativa, ed anche colla funzione (1), pure *Virchow* stesso soggiunge essere tre atti completamente distinti e si trovano « delle notevoli differenze nelle modificazioni intime che si compiono nella parte eccitata, secondo che essa o funziona, o è sottomessa ad una particolare nutrizione, o è la sede di atti formatori, creando un numero più o meno considerevole di elementi nuovi. » Tale distinzione è fatta anche più chiara dall'azione speciale di alcuni stimoli. *Virchow*, dopo le infruttuose e pazientissime ricerche del *Purkinje* e del *Valentin*, trovò finalmente nella soda e nella potassa gli stimolanti funzionali delle cellule vibratili, le cui ciglia ripigliano il loro movimento dopo che sono state per ore in riposo. In seguito *Kölliker* dimostrò che i *Nemaspermii* (*Oehl*) potevano essere eccitati dagli alcali caustici, e *Moleschott* rinvenne poscia nel fosfato di soda e di potassa il migliore eccitante per i sopradetti elementi. *Schenk* comprovò lo stesso per gl'infusorii, ed *Humboldt*, *Eckard* ne fecero delle pregevoli applicazioni nei nervi e nei muscoli (2). Quindi *Virchow* ha distinto tre specie d'irritabilità: l'*irritabilità funzionale*, l'*irritabilità nutritiva* e l'*irritabilità formativa*.

Che valore intanto hanno queste distinzioni per l'esigenze della Fisiologia generale; come intende *Virchow* l'azione dei nervi; e come gli atti suddetti si esplicano per le manifestazioni vitali, verrà il tutto esaminato nelle seguenti lezioni.

(1) *Virchow*. La Pathologie cellulaire pag. 241.

(2) *Virchow*. Monografia dell'Inflamrazione pag. 47 Napoli 1865.

LEZIONE V.

SOMMARIO.—Attività cellulari distinte in semplici ed in complesse.— Le attività semplici sono fisiche e fisiologiche, e si riducono all'Endosmosi, alla Filtrazione ed al Movimento.—Le complesse poi si riducono alla Nutrizione, Riproduzione e Funzione. Distinzione delle cellule e loro derivati a norma delle attività complesse. — Movimento amebiforme, e sua storia.—Distinzione in movimento totale e granulare. — Apparecchi e metodi di osservazione. Agenti fisici, chimici e fisiologici che l'attivano e l'ostacolano. Il movimento amebiforme è anche esteso nelle piante.

I.

Le attività cellulari si devono distinguere dalle proprietà colle quali ordinariamente si confondono. Alcune di esse sono fisiche ed altre fisiologiche; tra le prime si annoverano l'endosmosi e la filtrazione; e le seconde si riducono al movimento.

Mercè l'endosmosi le cellule si trovano in un continuo scambio materiale coi liquidi plasmatici nei quali sono suffuse, ed a norma della maggiore o minore concentrazione degli stessi si caricano più o meno di acqua. Allorchè l'assorbimento di questa è considerevole, e le cellule son fornite di parete, il liquido accumulatosi dentro fa pressione contro la parete e deve causare una filtrazione. Le leggi che governano questi atti fisici sono quelle desunte dalle esperienze fatte sui tessuti e sugli organi, e perciò rimettiamo a parlarne distesamente dopo la storia dei tessuti.

Il movimento nel senso il più generale può dirsi un disquilibrio degli elementi anatomici o nei loro atomi e molecole, o nei loro granuli, o nella loro forma, od infine nei loro rapporti.

Nelle tre ultime fasi si ha il movimento granulare, il cangiamento di forma e la locomozione delle cellule, il che nel tutto insieme si raggruppa sotto la denominazione di *movimento amebiforme*.

Or tutte le attività cellulari semplici dirette ad uno scopo determinato danno le complesse, cioè *l'attività nutritiva, la riproduttiva, e la funzionale*, o la *nutrizione, la riproduzione e la funzione*. La nutrizione reintegra e conserva le cellule; la riproduzione le moltiplica e le accresce con giovane prole, sia che questa

conservi il tipo dei genitori, sia che si metamorfosi e n' acquisti un altro più o meno differente; e la funzione le fa utili a vantaggio dell' organismo. Tutti e tre sono realmente tre atti distinti di ogni cellula, e malamente perciò si è confusa la nutrizione colla funzione, sebbene l' ultima può essere stimolo dell' altra. Così ad es. si faccia contrarre una fibra muscolare, si tenga in attività un nervo, e dopo tempo si ha il bisogno dall' uno o dall' altra di riposo o di sostanze materiali, a seconda la quantità del lavoro fatto e del consumo sofferto. Ora in tutto ciò non vi è che una relazione di casualità, e coloro che continuano a ritenere identiche la nutrizione e la funzione sconoscono la differenza di essenzialità dei due atti ed i diversi scopi che l' uno e l' altro raggiungono.

La nutrizione differisce dalla funzione per essenza e per i risultati che ottiene. L' essenza della prima sta nella fissazione di elementi nutritivi o plasmatici fra i primitivi della sostanza cellulare, ed il risultato perciò è a beneficio diretto della cellula stessa; mentre quella della funzione consiste nella perdita più o men significativa della materia cellulare, ed il risultato di questo consumo è a vantaggio diretto dell' organismo. In altri termini l' una è un atto riparatore per cui si fa possibile la conservazione delle parti, e l' altra è un fenomeno accompagnato da modificazioni sostanziali che menano a distruggere la cellula per il bene dell' organismo: l' azione della funzione è esterna, poichè l' importanza non è per la parte funzionante; e quella della nutrizione interna, perchè l' importanza è dell' elemento che si nutrice. Se n' ha agevolmente un o esempio comparando i precitati due atti nel nervo, nella fibra muscolare, nel globulo sanguigno, nella cellula glandolare. Il nervo, sensibile o motore che sia, non ha l' attributo funzionale per sè; ma o per trasmettere l' impressioni al centro, o per comunicare le eccitazioni agli organi periferici; la fibra muscolare si contrae, ma per ottenere risultati speciali a sè estranei; e così il globulo sanguigno respira pel corpo, e la cellula glandolare secreta per lo stesso. In contrario ogni elemento si nutrice per sè, e non il nervo pel muscolo, e questo per la glandola e viceversa. D' altronde la Patologia ci dà non pochi casi in cui l' uno e l' altro atto si vedono indipendenti. In certe neoformazioni, ad esempio nel cancri cutanei di genesi glandolare, vi ha notevole sviluppo nutritivo e formativo ancora degli elementi glandolari, e ciò non pertanto non vi ha secrezione di sudore. « Le dilatazioni temporanee dei vasi in seguito del rilascia-

mento degli strati muscolari, scrive Virchow nella sua *Monografia sull' infiammazione* (1), riportandosi a quanto già in proposito avea pubblicato nel suo *Trattato di patologia speciale e terapia*, son pure fenomeni d' irritazione. Essi possono dipendere d' accresciuta influenza nervosa, come da paralisi muscolare diretta. Ad un certo grado di eccitamento infiammatorio, dopo, o durante una lieve contrazione passeggera, può stabilirsi in questi piccoli muscoli tale un' alterazione, per cui non sono più capaci di agire o per lo meno tutta la loro potenza di azione è affievolita; però più ordinariamente si osserva, dopo un certo tempo di contrazione, sopravvenire il rilasciamento, una fra le maniere di lassezza muscolare. Frequentemente questi muscoli rilasciati sono allora ancora sensibili ad eccitazioni più energiche, mentre la loro forza va gradatamente spandendosi ». Novelle esperienze porgono conforto a questa opinione e già se ne ha una notevole applicazione in Fisiologia e nella Clinica (2).

Seguendo la consuetudine invalsa tra gli istologi, dovrei discorrere particolarmente della nutrizione, della riproduzione e della funzione delle cellule. Io però ne rimetto la trattazione, perchè credo che facendo altrimenti non solo sarei obbligato a considerarle in un modo astratto, quanto interamente artificioso. E ciò parrà chiaro a chiunque rifletta un po' che sebbene la nutrizione, la riproduzione e la funzione sono tre atti distinti dell'attività cellulare pure non sono isolati e non si compiono da singole cellule. Si ha invece che grandi famiglie cellulari l'attuano, e quindi la storia delle tre attività suddette è la parte fondamentale della fisiologia dei processi cellulari, o della fisiologia cellulare che dir si voglia.

La Fisiologia cellulare è la Fisiologia generale dei nostri giorni che deve riguardarsi come il sostrato della Patologia, e malamente perciò si avvisano coloro che credono tradizionalmente in Fisiologia generale il concetto di una Fisiologia comparata, o dell' Embriogenia.

A seconda che le cellule possiedono tutte tre o due soltanto delle attività complesse, si possono distinguere tutti gli elementi anatomici in due grandi famiglie, l'una degli elementi germinali e l'altra degli e-

(1) Pag. 23.

(2) Vedi la mia memoria: Del ritmo dei movimenti gastrici e della possibilità del vomito nei Solipedi. Napoli 1863.

lementi specifici. I primi, come ad es. le cellule del connettivo nel largo senso, hanno soltanto la nutrizione e la riproduzione, e mancano quindi della funzione, sì che si trovano in uno stato d'indifferentismo dal quale possono uscire e prendere diversa fisionomia a seconda degli stimoli a cui soggiacciono. I secondi poi colla nutrizione e la riproduzione hanno la funzione, come ad es. le cellule ghiandolari. Le colonie cellulari (la fibra muscolare striata, la fibra nervosa) sono poi essenzialmente elementi specifici e non possiedono che la nutrizione e la funzione.

II.

Il movimento amebiforme, anche detto movimento sarcodico del protoplasma cellulare, consiste nel cangiamento di figura e di luogo delle cellule mercè contrattilità indipendentemente dal sistema nervoso. Prende il nome dalle Amebe, infusorii nei quali furono dapprima osservati movimenti contrattili senza l'elemento muscolare. Le Amebe, chiamate i *protei* dagli antichi micrografi, costituiscono un ordine dei protozoari secondo alcuni (1), o la famiglia *Amoebæ*, secondo altri, dell'ordine *Monosomatia*, che comprende i rizopodi solitarii ora nudi ed ora rivestiti di un guscio cutaneo calcareo, semplice o diviso in cellule. La specie più comune delle Amebe è l'*A. radiosa* con prolungamenti a cono od a clava. I movimenti ne sono celeri e variati, e per darne un'idea precisa, diceva il *Dujardin*, basta dire che la forma n'è interamente cangiata in due o quattro minuti; che uno spazio di un millimetro non può essere percorso in men di trenta a quaranta minuti da un animaletto largo 0^{mm}, 07 (2). Sebbene i cangiamenti siano molti e diversi, pure si possono ridurre, in massima, a ciò: 1° — che i prolungamenti possono essere ovoidi, 2° — ed anche filiformi, sia che sono gittati innanzi dall'animale, e con cui questo facendo punto fisso si trascina, sia che si avanza e li lascia all'indietro.

Questi animali non risultano che da una sola cellula multinucleata; anzi son' essi fra i rizopodi che danno un esempio della monocellularità degli infusorii (*Auerbach*). La sostanza che li for-

(1) Bory de Saint-Vincent adoperò la prima volta il vocabolo: *Amibe* da *amibia* permutamento, ed Ehrenberg lo cangiò in *Amoeba*.

(2) Gervais et Van Beneden. Zoologie medicale Vol. 2. pag. 425 e 435.

ma è la così detta gelatina vivente, sostanza gelatinosa, diafana, insolubile nell'acqua, contrattile, ed attaccaticcia e filante come il muco. *Dujardin* la chiamò *sarcode*, e di qui il nome di sarcodari dati agli infusorii, e di movimenti sarcodici ai precipitati.

Per trovare l'inizio dell'estensione di questi movimenti nelle cellule degli animali superiori bisogna rimontare quasi a quattro decenni addietro quando *Siebold* (1) e *Weber* pei primi notarono il movimento generale e parziale del vitello dell'uovo, ricostituito poscia da *Bischoff* nell'uovo della coniglia, da *Quatrefages* (1848) e da altri. *Iones Warthon*, coll'osservare la contrazione nei globuli bianchi della raja prima e dell'uomo poscia, si ebbe il merito di destare l'interesse per questa sorta di manifestazioni attive della cellula e di fare avvicinare per caratteri generici gli elementi di esseri tanto distanti nella scala animale, come l'ameba, la raja e l'uomo. Infatti dopo che *Davaine* e *Stannius* di *Rostock* li confermarono nei leucociti dell'uomo, *Lieberkühn* studiandoli nei pesci e nelle rane ed altresì nell'uomo credè di trovare una rassomiglianza tra i leucociti e le amibe; rassomiglianza che si è cambiata poi per alcuni in identità, tanto che *Bernard*, che è sempre il notevole fisiologista che tutti sanno, in questi ultimi tempi sconoscendo la grande destinazione fisiologica dei leucociti, e che è quella di *ringiovanire costantemente il sangue* (2), l'ha ritenuti come dei veri ematozoari (3). *Brücke*, *Virchow*, *Loth* ecc. osservarono in seguito fatti di contrattilità nelle cellule pigmentate (4). Ed in ultimo *Reklinghausen* col suo classico lavoro sui corpu-

(1) *Siebold* osservò nelle sfere vitelline dell'uovo delle planarie fenomeni di contrazione e di distendimento.

(2) Vedi, *Palladino* — Sui corpuscoli rossi del sangue nella linfa e sul loro sviluppo dai binuclei. (La medicina 21 maggio 1866, e Giornale delle razze fascicoli 4, 5 e 6, anno sesto).

(3) *Bernard*, Le sang: les globules blancs et les infusoires hematozoaires. *Revue des cours scientifiques*. Num. 9 dicembre 1865 pag. 12 e 19.

(4) Diamo un estratto della celebre monografia del *Brücke* sui colori proprii del Camaleonte.

Il Camaleonte è un saurio curiosissimo per le sue particolarità e n'è celebre il detto: *cangiante* come il camaleonte. Abita le regioni calde del Mediterraneo, l'Egitto, la Siria, l'Asia minore ed il mezzogiorno della Spagna. Ha le zampe disposte a pinzetta. Alle anteriori ha due dita saldate in fuori e tre in dentro; viceversa nelle posteriori. Ha lunga coda con cui si attacca ai rami, cammina colla pancia sollevata dal suolo per avere l'omero molto più inclinato degli altri sauri e l'avambraccio per ciò si flette innanzi. Gli occhi son divisi e possono indipendentemente muoversi e ritirarsi nell'orbita o

scoli purulenti e su quelli di tessuto congiuntivo pubblicato negli Archivi di Virchow nel 1863 non solo ha generalizzato i movi-

sporgere: hanno unica palpebra di figura conica con un foro corrispondente alla pupilla; è attaccata all'occhio sicchè ne segue i movimenti. La lingua è lunghissima da raggiungere la lunghezza del corpo e termina con un tubercolo vischioso. Colla rapidità del fulmine, l'estende su qualche insetto di cui vuol cibarsi. I suoi movimenti in generale son torpidi e si assicura pria di progredire avanti. Diviene di varia grandezza: prima di mettersi a dormire gonfia i suoi polmoni e diviene tondeggianti; Altra volta è completamente appiattito e sembra ridotto alla sola pelle.

Aristotile sapeva che il camaleonte era ora nero, ora bianco e tal'altra maculato (tacheté) e l'attribuiva alla gonfiezza del suo corpo o alla morte. Teofrasto sospettò che dipendesse dalla pelle. Antigono Carestius opinava che il camaleonte pigliava il colore degli oggetti che lo circondavano, ed Ovidio per ciò disse:

Protinus assimilat telegit quoscumque colores.

Seneca e Plinio riprodussero questa stessa opinione. Solinus dopo 2 secoli ripeté lo stesso errore. Landius e Bacone han creduto che il colore del camaleonte era fatto più intenso da un oggetto d'intorno del medesimo colore.

Due viaggiatori, Mouconys (francese) e Vesling (alemanno) videro camaleonti in Egitto; il primo si assicurò del cangiamento dei colori, il secondo dice: e la mattina e la sera il camaleonte offre la tinta verde; annersce verso il mezzogiorno ed impallidisce all'entrar della notte, e si fa bianco nella completa oscurità. Godard e Perroult non aggiungono niente fuorchè la colorazione dipendesse secondo quest'ultimo da una suffusione di bile.

Valisnieri li faceva dipendere dalle impressioni e dalle passioni dell'animale che potevano far affluire maggiore o minor sangue alla pelle che rifletterebe per ciò diversamente i raggi luminosi.

Cuvier è dell'opinione di Valisnieri ed altri più o meno non si allontanano.

Nel 1831 Vander-Hoeven figurò il camaleonte coi suoi colori; vide che la linea dalla testa all'ano resta costantemente gialla ed attribuì la variazione di colorito ad un pigmento eutaneo.

Milne-Edwards su due camaleonti si assicurò che uno si colorava in verde, l'altro portava delle macchie violacee sui fianchi. Si assicurò esaminando un pezzo di pelle che tutto è dovuto a pigmento: nei punti violacei resta sopra il giallo e sotto il violetto che non arriva se non qualche volta alla periferia. Infatti dopo tempo sparve e restò solo il giallo. L'alcool e gli acidi produssero lo stesso effetto; applicati sulle macchie violacee queste spariscono, ed in cambio si riproducono se quelli agiscono sul giallo. La lente faceva osservare che il pigmento nero stava situato nel derma e penetrava nell'epidermide attraverso lo stroma. Così quando è colorato in giallo dipende dal solo pigmento eutaneo, quando in violetto dal pigmento nero che è sottostante e che si solleva. Il meccanismo è lo stesso in alcuni cefalopodi di color cangiante. Gervais ammise i due pigmenti, ma ritenne che i colori erano quelli dei corpi circostanti onde l'animale sfuggiva ai nemici.

menti di contrattilità in discorso, quanto ha studiato con felicità e delicatezza la locomozione delle cellule, come ad esempio quelle

Brücke su dieci camaleonti ha osservato i seguenti colori:

1. Tutti i passaggi dall'arancinato al giallo, dal verde al verde blastro.

2. La transizione di ciascuna di queste tinte al grigio bruno, al bruno ed al nero.

3. Il bianco, il color di carne, il marrò, il grigio bleù, il grigio-lilla, il grigio puro.

4. Il bleù d'acciajo, e porpora: quest'ultimo visibile soltanto sotto l'azione dei raggi solari quando l'animale è nero.

Esaminando alla lente la pelle dell'animale umettata di saliva, su ciascuno tubercolo si osservano colori iridati di cui l'origine è tutta fisica, come è fisica la spiega dei colori della bolla di sapone, delle lamine sottili di mica, e degli ucelli colorati che si producono quando si preme una lente di vetro su una lamina di vetro.

Al microscopio dimostrò l'esistenza di cellule epidermiche pentagonali, appiattite di 13 o 32 millesimi di millimetri di diametro. Non contengono alcun liquido ma invece poggiandosi sugli indici di rifrazione Brücke le ritenne piene di gas. Queste cellule appartengono al sistema degli ucelli colorati di Newton.

Il pigmento superficiale, bianco, grigio, giallo di Milne-Edwards, esiste alla parte superficiale del derma, ma si estende sino alla parte fibrosa. Questo pigmento è granuloso, solubile nella potassa ed in generale bianco.

Il pigmento profondo nero, rosso nerastro, verde bottiglia, è situato in piccoli ottricoli situati nel derma e che si ramificano verso la pelle come le radici di un albero. Quando queste ramificazioni sono vuote allora l'animale è di un bianco giallastro; quando sono iniettate è completamente nero.

Tutti gli altri colori, violetto, marrone, verde son prodotti dalla sovrapposizione dei pigmenti nero e bianco. Fin quando il pigmento bianco è si spesso da non essere trasparente, l'animale è bianco; ma dacchè il nero si avvicina alla superficie il bianco passa al grigio blastro, poscia al grigio violetto.

Se il pigmento è giallo invece di essere bianco compariranno i colori blu verlastro, verde e verde giallastro, e si osserva che i tubercoli che offrono le tinte bleù e violette divengono bianchi: quelli che mostrano tinta verde restano sempre gialli.

Quando il pigmento nero è alla periferia ed il giallo è di sotto allora si producono tutti i toni grigi da divenire l'animale interamente nero. Può accadere che invece di una colorazione generale se n'ha una parziale maculata. La luce è la causa principale delle colorazioni; quando si vede passare al nero sotto l'influenza della luce sembra assistersi ad un fenomeno chimico presentato dal cloruro o dall'azotato di argento sotto l'influsso della luce.

La temperatura non ha azione alcuna. Il prisma scompone la luce in una serie di colori di cui i due estremi sono il violetto e il rosso; al di là il nostro occhio non percepisce alcun raggio luminoso. Fuori del rosso son troppo rapide le vibrazioni luminose e fuori il violetto troppo lenti per essere percepite dalla nostra retina. Per assicurarsi se la pelle del camaleonte è influenzabile dalle vibrazioni eccetto il rosso, Brücke situò in una bottiglia piena di soluzione d'allume un camaleonte. Questa soluzione ha la proprie-

erranti del tessuto germinativo, e per cui senza tema di dir molto, si può affermare che ha segnato un nuovo periodo nella Istologia e nella Fisiologia cellulare (3). I numerosi lavori che si sono di poi pubblicati hanno tutti confermati ed estesi i fatti annunziati dal *Reklingausen*, per modo che oggi si può dire che tutte le giovani cellule sono dotate di movimenti, per cui cangiano la loro forma e si muovono (4).

III.

Il movimento o è di tutto il protoplasma o pure dei granuli contenuti dentro.

Nel primo caso si ha il movimento amebiforme propriamente detto, mercè il quale le cellule possono cangiar figura e locomuoversi o migrare.

Le cellule che lo presentano sono dette ameboidi, cellule semoventi, le quali sottoposte al microscopio con le dovute condizioni dopo breve osservazione si fanno dentate, ed i denti che non bisogna certamente confondere con quelli che possono accadere per evaporazione del liquido e quindi per disseccazione, sono più o meno sviluppati, di numero variabile, ed elasso un certo tempo scompaiono. Indi cominciano ad uscire novellamente, ma o

ta di non far passare questi raggi e l'animale intanto si colorò in nero. Moltiplicando queste esperienze si assicurò che è sotto l'influenza di raggi percettibili all'occhio umano che le colorazioni del camaleonte si producono. La contrazione fa divenire bianco; e questa contrazione si ottiene nell'oscurità: fatto singolare di *albescenza* per l'influenza delle tenebre.

Il camaleonte quindi non piglia le colorazioni dei corpi circostanti; ma le cangia sotto l'influenza della luce: l'oscurità lo fa impallidire, ed il sole l'annerisce.

(3) *Reklingausen*. Ueber Eiter und Bindegewebskörperchen (Virchow's Archiv. tom. XXVIII 1863) riportato dal Morgagni nella dispensa III, 1864, e compendiato dalla Medicina nel secolo XIX numero 25, medesimo anno.

(4) *Max-Schnitze*. Ein heizbarer objectisch und seine Verwendung bei Untersuchungen des Blutes (Archiv. für Mikrosk. Anatomie t. I. 1865).

Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität 1864.

Über eine neue Art amöboider Zellen (Archiv. für mikrosk. Anatomie t. I. 1865).

Cohnheim. Über die Contractilität der Zellen der Milzpulpe (Virh. Archiv. vol. 33).

Bizzozzer. Studi sulla neoformazione del tessuto connettivo e sulle cellule semoventi. Morgagni An. VIII.

Amabile e Viracchi. Sull'inflamazione. Napoli 1867.

sotto forma clavata, o di sottili filamenti, al numero d' uno, due, tre o più da giungere fino a 20 (*Reklingansen*). Se si pone attenzione si vedono i prolungamenti filiformi (detti anche *pseudopodii*) nascere o direttamente o pure provenire da bottoni che l'hanno preceduti. Siccome bene fa avvertire il *Reklingansen* i germogli filiformi in massima isolati possono spuntare a mò di ciuffetto comprendendone tre a sei e costituiscono allora il così detto *gruppo arboreo*. Sia le clave, poi, o bottoni, che i germogli filiformi spariscono e rinascono or quà or là dalla superficie cellulare e danno all'elemento le più svariate forme, che qualsiasi descrizione non può mai esattamente rendere, ed appena le figure possono in parte rappresentare; giacchè non tutti i cangiamenti si possono sempre disegnare, tanto si succedono varii e talta fta celeri. Durante la successione di siffatti cangiamenti il nucleo o i nuclei si fanno più visibili ed i scarsi granuli del protoplasma convergono verso il punto della sporgenza, ove compiono del movimenti che cessano quando il gettone è sparito (*Reklingansen, Brucke*).

Con i cangiamenti di forma vi può essere locomozione, e si avvera per ciò che la cellula dopo avere emesso un gettone si porta verso la punta di questo: indi si allunga ulteriormente, per contrarsi di bel nuovo, e così di seguito. Nella migrazione i globuli seguono una via ripiegata, e spesso circolare: è però sempre lenta in modo che tra mezz' ora ad un' ora, se il cammino è rettilineo il globulo può percorrere in massima il campo microscopico. Spesso il movimento, oltre i cangiamenti di forma, si riduce ad una rotazione del protoplasma su sè stesso; e tal caso si avvera in modo notevole nell' uovo, il cui vitello, mentre da sferico diviene piramidale o pure ovoide allungato, si deprime nel mezzo e caccia dei prolungamenti che la rifrazione delle granulazioni fa trasperenti, ed il vitello gira su sè stesso e compie una rotazione fra 45 a 55 minuti alla temperatura di 11 a 12 gradi (*Remak, Robin ecc.*)

La osservazione dei fatti esposti, se non è molto difficile, è per lo meno molto delicata: e per compierla ci abbisognano mestruu adattati ed apparecchi particolari. Di quest' ultimi si posseggono parecchi, ma due sono i più notevoli, e dei quali uno è quasi generalmente sparso. Sono uno del *M. Schultze* e l' altro del *Reklingansen*: quello è poggiato sul principio che fa di mestieri il calore per le ricerche del genere in discorso, e questo che è necessaria una certa umidità e senza veruna pressione.

Il tavolino di *M. Schultze* si compone di una placca di latta della spessore di un millimetro, larga quanto la piastra del microscopio con due lamine laterali anteriori. Vien fissata alla tavola microscopica con viti e mercè l'intermedio di pezzi isolanti (avorio). Porta nel mezzo un foro fornito di diaframma, e si riscalda mercè due lampade ad alcool situate sotto l'estremità anteriori dell'apparecchio. La temperatura è rilevata da un termometro situato tra la lamina di latta e la piastrina microscopica. Questo apparecchio alquanto complicato non si usa agevolmente (1), ed in cambio viene adoperato la camera umida di *Reklingausen*. Questa, in massima, risulta da un anello di vetro adattato con margine spoltito da un estremo su di una lamina del pari di vetro, e dall'altro rivestito di un manicotto di caoutchouc che mentre abbraccia il microscopio ne permette i movimenti. Il vetro porta-tubo è tutto opaco eccetto nel mezzo per l'adattamento delle lastre coi preparati. A mantenere poi all'interno un'atmosfera umida si riveste il tubo di carta bibula bagnata.

Questo apparecchio, però, si può semplicizzare; così quando dover esaminare cellule ameboidi del sangue o d'altro liquido uso le lastre inglesi con l'infossamento in mezzo, in cui situo ciò che desidero esaminare, e poscia ricovo con vetrino. Ad ovviare l'evaporazione delle cellule contenuto spalmo attorno a questo dell'olio.

Il liquido da adoperarsi per dare e mantenere umidità al preparato non è indifferente. Il più adatto è l'umor acquoso; ma si può impiegare con vantaggio il siero del sangue, il liquido di *Schultze*, consistente nel liquido amniotico in cui per ogni oncia vi si aggiungono 6-10 gocce di tintura di jodo, ed in infine gli essudati normali e patologici un po' allungati (*Reklingausen*). Lo stesso ha sperimentato la soluzione di zucchero a 0,75 0/0 o anche 2-3 0/0, e quella di sale da cucina e di fosfato di soda 1, 1 1/2 0/0 o anche 3 0/0. Una maggiore od una minore concentrazione dei suddetti liquidi arresta i movimenti, e una funesta azione sugli stessi l'ha

(1) In Germania si adoperano altri apparecchi, con cui si può dare a piacere una corrente d'acqua calda o fredda. Tutti però difettano per non evitare gli effetti proprii della temperatura sugli elementi, e per favorire l'evaporazione, condizione sfavorevole per i movimenti amebiformi. Per studiare l'azione dell'elettricità e dei gas sui movimenti ameboidi si prestano il tavolino di *Harting*, l'altro di *Stricker* ecc.

del pari la minima pressione. I movimenti con tutte le buone condizioni cennate durano ore, ed anche qualche giorno: che anzi *Reklingausen* ha potuto conservare l'umor acquoso con globuli semoventi in tubi capillari di vetro i quali dopo 3, e qualche flatta, 5 giorni vuotati, le cellule mantenevano i loro movimenti.

Il Movimento dei granuli è di due sorte, cioè *progressivo ed oscillante*. Il progressivo poi è lento in corrispondenza del movimento cellulare, o pure è celere, quasi fulmineo da sorpassare quindi il movimento del protoplasma. Nel primo, come *Engelmann* osservò nei corpuscoli della cornea, ed *Hofmeister* nei plasmodii dei Mixomiceti, i granuli si possono muovere non solo lentamente ma l'uno dopo l'altro. Nel secondo i granuli si muovono in massa e di un subito, come si può osservare nei filamenti che i foraminiferi cacciano per l'apertura dello scheletro. *M. Schultze* ha in questi notato che i granuli corrono come rivolo, che si arresta, ripiglia il movimento, ritorna indietro come il corso di una folla in una grande strada. Questo movimento è senza dubbio passivo pei granuli, ma è figlio della contrattilità del protoplasma, quindi nell'insieme è un fenomeno vitale, giacchè in nessun corpo inorganico vi è un simile movimento.

Il movimento oscillatorio è analogo al movimento *Browniano*. Si è notato nei corpuscoli salivari e sotto certe condizioni nei leucociti e nei globuli di pus nei quali è propriamente danzante. Le soluzioni saline di 1/2 ad 1/10 arrestano il movimento nei corpuscoli salivari. Nei leucociti e globuli purulenti il movimento danzante si avvera quando la cellula non si muove, e cessa in condizioni opposte. Sulla natura di questo movimento vi è dissenso. *Brucke* crede il fenomeno dipendente dalla vita del protoplasma perchè aumenta sotto una corrente d'induzione. Però siccome continua nelle cellule morte, e dopo ancora che i granuli sono usciti dalle cellule, così più giustamente è da ritenersi come fenomeno non vitale e perciò analogo, lo ripeto, al movimento *Browniano*.

III.

Gli agenti che hanno un'azione favorevole o nociva sugli anzidetti movimenti sono *fisici, chimici e fisiologici*.

Fra i primi si annoverano i mezzi meccanici, le variazioni di tem-

peratura, e l'elettricità. Di tutto però l'agente di maggiori azioni è la temperatura. Il calorico stimola i movimenti amebiformi, ed il freddo l'arresto. Il massimo di temperatura, considerato il movimento in tutti gli animali in cui i movimenti si eseguono vivamente, è tra i 33° al 45°, ed il minimo tra i 11° al 15°. Le amebe nell'acqua ghiacciata non si muovono più, ma il calore le può far tornare vivaci. Le cellule ameboidi degli animali omeotermi conservano i loro movimenti fuori l'organismo alla temperatura del corpo. L'elevazione poi di alcuni gradi della temperatura normale li accelera, e l'abbassamento per contrario li ritarda e l'arresta. Le cellule ameboidi degli oterotermi si muovono liberamente alla temperatura media ordinaria. Il movimento molecolare segue la sorte del protoplasma. Sotto la temperatura di 20° il movimento dei granuli è attiva da acquistare il doppio della velocità; ma elevata oltre i 49° a poco a poco diminuisce sino ad arrestarsi completamente a 48°. A questo grado il protoplasma si coagula ed entra in rigidità per calore. Ad una temperatura anche più bassa (38°) si ottiene lo stesso risultato nei rizopodi. Da ciò che precede si rileva in ogni caso che la temperatura ad un giusto grado attiva i movimenti amebiformi o la contrattilità del protoplasma; e siccome questa contrattilità è l'essenza della moltiplicazione cellulare, sia che consista nella migrazione degli elementi e nell'afflusso degli stessi ad un punto dato, sia che si faccia per proliferazione degli elementi preesistenti, così si comprende a prima vista l'importanza del calore nello sviluppo dell'uovo, e sulla produzione delle neoformazioni patologiche. È comune la nozione che senza luce e senza calore non vi sarebbero esseri organizzati in terra; ma acquista particolare interesse questo capitolo della fisiologia cellulare per la Clinica giacchè spiega tante pratiche antichissime ed empiriche, come ad es. l'applicazioni di tiepidi cataplasmi per ottenere più presto la suppurazione di un flemmone, raccomandate sin da *Ippocrate* e consacrate in un suo aforismo.

L'elettricità agisce variamente secondo l'intensità: delle correnti deboli e forti sono le prime di nessuna azione, e le seconde arrestano le cellule in movimento. Secondo che poi le correnti sono costanti od indotte, si sa che quelle alla chiusura riducono le Amebe a sfere incomplete, e questo cioè le correnti indotte attivano i movimenti delle cellule: sotto esse i corpuscoli corneali da stellati passano a fusiformi per ritornare, cessato lo sti-

molo, alla figura primitiva, e le cellule semoventi si appiattiscono, e quando le correnti sono forti si riducono ad una sfera, ma prendono la forma primitiva quando l'elettricità cessa di agire (*Goltubew*). Fra gli elementi tutti dell'organismo, sui capillari della coda del girino di rana si presenta a studiare in un modo nudo l'azione dell'elettricità. Essi visibilmente si contraggono ed acquistano perciò diverso aspetto, quando proprio non gettono un prolungamento che serve a moltiplicarli. La forma sferica che le cellule prendono sotto l'azione dell'elettricità è da *Kuhne* ritenuta come l'aspetto di una contrazione tetanica del protoplasma cellulare; ma *Hermann* osserva che potrebbe pure essere una conseguenza dello stato di riposo dipendente da ciò che le cellule, non potendo vincere la resistenza dello stimolo, si accascerebbero; ed altri infine obiettano, che quella forma concentrica è figlia della morte e della coagulazione del protoplasma sotto forti correnti elettriche, analogamente a ciò che accade nella rigidità per calore, e nella rigidità per freddo. Però questa obbiezione non può accettarsi che a metà, inquantochè può avvenire anche la morte sotto forti correnti elettriche, ma prima di arrivare a questo estremo limite si ha che le cellule, dopo che sono divenute sferiche sotto l'elettricità, ritornano alla primitiva forma, cessato che è lo stimolo.

Infine per quanto la compressione ostacola ed arresta i movimenti delle cellule semoventi, pure la leggiera pressione dei sopra oggetti secondo *Stricker* vale a destarli ed a ravvivarli. Le irritazioni meccaniche dell'orlo della cornea fanno divenire fusiformi i corpuscoli stellati (*Kuhne*).

Fra gli agenti chimici vi sono i gas e gli altri corpi in soluzione. Dei gas l'aria atmosferica e l'ossigeno puro sono a quanto pare indispensabili pel movimento. L'idrogeno ed il gas acido carbonico poi, a giudicare dall'azione che questi gas hanno sul movimento dell'epitelio vibratile, ostacolerebbero il movimento ambiforme.

L'attenuazione dei mestruj più sopra indicati sospende il movimento delle cellule sarcodiche, e si ripiglia con una soluzione all'1 0/0 di cloruro di sodio. Le soluzioni alcaline altunatissime facilitano il movimento; diversamente, come le soluzioni acide, ammazzano le cellule e le sciolgono.

Le soluzioni acide concentrate in parte sciolgono, ed in parte aggrinzano il protoplasma. Secondo le ricerche di *Binz*, il solfato

ne utro di chinina, come è un veleno per le Amebe ed altri organismi inferiori (*Vorticella*, *Actinophrys*), sospende i movimenti ameboidi dei corpuscoli bianchi del sangue. L'azione n'è specifica perchè leucociti mobilissimi i che si osservano al tavolino di *Schultze* si arrestano immantinenti e pigliano differente figura per la morte che ne avviene sotto l'aggiunzione di poche gocce di solfato neutro di chinina alla diluzione di 6,0002. Per la ragione detta di su, sospesi o fiaccati i movimenti amebiformi la moltiplicazione ne deve essere sospesa o diminuita, ed infatti *Binz* stesso e *Martin* che n'ha ripetuto gli esperimenti hanno osservato la diminuzione dei leucociti nel sangue dopo l'iniezione di chinina, e di qui n'è partita l'applicazione terapeutica della chinina in tutte le alterazioni con aumento numerico delle cellule (flogosi, catarri ec.) La stricnina, i sali di morfina (quest'ultimi alla diluzione di 1:050), il solfato di rame, e forse la conina e la veratrina hanno la stessa azione della chinina. Secondo *Scharrenbroich* la digitale, l'aconitina, l'atropina e la caffeina sono indifferenti.

Infine fra gli stimoli fisiologici si annoverano i nervosi e gli stati dell'animo. Secondo *Kühne* i nervi motori della cornea si continuerebbero colle cellule stabili della stessa e ne dominerebbero i movimenti. I nervi nei batracii e nei rettili si continuerebbero coi cromatofari cutanei, e perciò i raggi luminosi e gli stati dell'anima agiscono, come si sa, sulla colorazione della loro cute.

All'estesa osservazione, che oramai si è fatta di questi movimenti nelle cellule animali non corrisponde, però, una pari distinzione degli stessi in tipi speciali, che una volta determinati varrebbero a farli ritenere anche come caratteri diagnostici dei varii elementi anatomici. Quell'avvisamento dato dal *Reklinghausen* anche da questo lato bisogna cangiarlo in conquista positiva. Siccome questi ha riconosciuto l'identità di movimenti tra i corpuscoli semoventi del connettivo e i globuli purulenti, così urge di verificare l'identificazione o la diversità dei movimenti di tutte le cellule paragonate tra loro e desumerne quindi i generi di movimenti, che per avventure possono effettuare. Forse m'inganno a ritenere ciò come un argomento degno di attirare gli studi degli osservatori; ma attendendo che buone ragioni venghino a dimostrare il contrario, io ritengo che percorsa tutta la via aperta si giungerà a possedere un altro importante criterio per risolvere non poche quistioni di genesi e forse per determinare altresì il divenire istologico e funzionale degli elementi anatomici!

IV.

I movimenti amebiformi non mancano nel protoplasma delle cellule vegetali. Che anzi nei Trattati di anatomia e fisiologia delle piante perfettamente a livello della scienza, il movimento vi appare già come un carattere generico del protoplasma cellulare. « Il protoplasma, dice *Unger*, è una sostanza viscosa e contrattile. Il suo movimento si ravviva colla temperatura; ma a 45 è annientato. La contrattilità appartiene sia a tutto il protoplasma che alle sue parti » (1). L'elettricità del pari vi ha la sua azione, e nella seconda Tav. è riportata una cellula vegetale contrattile osservata in acqua ed irritata coll' elettrico da *Kühne*.

(1) *Unger. Grundlinien der Anatomie und Physiologie der Pflanzen.*
Wien 1866.

LEZIONE VI.

SOMMARIO — Il movimento vibratile — Poche nozioni storiche sullo stesso, e come ora si estende all'epitelio ciliare ed ai nemasperi — Metodo di osservazione dell'epitelio vibratile, carattere, durata del movimento delle ciglia, agenti che variamente v' influiscono, condizioni ed utilità del movimento — I nemasperi, il loro movimento e le diverse condizioni favorevoli e sfavorevoli allo stesso — Il movimento ciliare non manca nelle piante.

I.

È movimento vibratile, ancor detto ciliare, l'oscillazione continua di uno o più filamenti microscopici dipendenti dalla cellula o dal nucleo.

L'epitelio vibratile con tutte le sue forme e varietà nella serie animale dà l'esempio di cellule con filamenti o ciglia mobili, ed i nemasperi rappresentano in massima i nuclei ciliati.

Il fenomeno del movimento in discorso era già conosciuto da *de Heide* e *Leeuwenhoek* che avevano notato le correnti sulle branchie dei bivalvi; e *Swammerdam* e *Baster* avevano di già visto il movimento di rotazione dipendente dalla medesima causa nell'uovo dei molluschi. Queste osservazioni furono ripetute ed estese poscia da *Erman*, *Carus*, *Meyen*, e particolarmente da *Ehrenberg* e da *Steinbueh*. Devesi ad *Ehrenberg* l'osservazione di questi movimenti nelle *turbellarie*, e ad *Ehrenberg* altresì devesi la descrizione della disposizione della ciglia negli *infusorii* e del loro movimento, sebbene falsamente ne dimostrava in parte la cagione. *Steinbueh* fu poi quegli che prima notò il movimento attorno alle branchie dei batracii, e ad onta che le sue ricerche furono infruttuose per dimostrare le ciglia, non si devono perciò meno apprezzare le sue primitive e semplici osservazioni, che precedettero quelle di *Gruthuisen* sull'esistenza di ciglia sulla coda dei girini, l'altre di *Sharpey* che le trovò sulla superficie del corpo degli stessi, e quelle di *Raspail*, di *Muller* ecc. sulle branchie dei ridetti animali: ricerche ed osservazioni tutte che aprirono forse la via al più clas-

sico lavoro che si sia mai scritto sull'oggetto, a quello cioè di *Purkinje* e di *Valentin*, e col quale questi autori dimostrano l'esistenza di detto movimento e degli organi corrispondenti in quasi tutte le branche del regno animale (1).

Questo brano, però, di storia è esclusivo per il movimento delle cellule vibratili; giacchè il ravvicinamento di esso a quello dei nemaspermi, od il paragone di questi alle ciglia vibratili è tutto frutto della scienza moderna ed in massima parte degli ultimi anni. Ciò non ostante giustizia vuole che l'inizio di tal periodo lo facessimo rimontare al 1846, quando *Kölliker* pel primo dimostrò la vera costituzione dei filamenti spermatici, e prima ne seguì delicatamente lo sviluppo (2). Imperocchè, col determinare che gli elementi specifici dello sperma non sono che nuclei delle cellule spermatiche particolarmente sviluppati, li asserì fra gli altri elementi dell'organismo, e distrusse così quell'errore del tempo, per cui consideravansi quali animali.

Rientrati quindi i zoospermi fra gli elementi cellulari fu agevole estendere i fortunati tentativi di *Virchow* sugli eccitanti delle cellule vibratili ai nemaspermi. *Virchow* infatti fu quegli che nel 1853 trovò nella soda e nella potassa, allungate tanto da non agire come caustici, i primi stimoli delle ciglia vibranti (3). Due anni dopo, *Molescott* e *Ricchetti* videro la propizia azione del fosfato di soda sui nemaspermi (4). *E. Kölliker* al 1856 dopo di aver pubblicato un lavoro sull'azione di alcuni liquidi animali e di molti reagenti chimici a differente grado di soluzione sui filamenti spermatici, in un secondo mette fuori dubbio la rieccitazione dei movimenti degli stessi mercè gli alcali e li riunisce per tal riguardo alle ciglia vibratili.

Posteriormente si sono avuti altri lavori, fra cui debbonsi citare quello dell' *Oehl* (5), quello del *Roth* (6) e l'altro del *Kühne* (7).

(1) De phaenomeno generali et fondamentali motus vibratorii continui in membranis ec. Breslau 1835.

(2) Kölliker. Die Bildung der Samen-fäden in Bläschen als allgemeines Entwicklungsgesetz. Denkschrift der schweiz. naturf. Gesellsch. VIII 1846.

(3) Virchow. Ueber die Erregbarkeit der Flimmerzellen. Archiv. f. anat. Pat. 1853. La Pathologie cellulaire pag. 244.

(4) Molescott und Ricchetti. Über ein Hülfs-mittel ruhende Samen-fäden zur Bewegung zu bringen, in Wutschhofer's Wiener medicinische Wochenschrift 1855, n° 18.

(5) Oehl. Sullo sviluppo delle cellule munite di ciglia vibranti ec 1863

(6) Vedi Virchow: Archiv vol. 36 pag. 148 e vol. 37 pag. 184.

(7) Vedi Schultze: Archiv f. mikr. Anat. vol. 2 pag. 212.

Oehl, l'infaticabile Professore di Pavia, trattava or son otto anni il doticato argomento dello sviluppo delle ciglia vibratili, o l'osservazione gli mostrò che le ciglia in discorso promonano dal protoplasma cellulare il quale si fa strada a traverso poro-canali della parete cellulare. Questo fatto per sè importantissimo, giacchè risolveva un problema non ancor posato dagli scienziati ed in un senso contro le comuni opinioni a forza di tempo acclimato nella scienza, acquistò anche maggior valore per la connessione che lo stesso Professore ne fece colle indagini di *Brettauer* e *Steinach* sulla contrattilità del protoplasma dell'epitelio intestinale. Questi osservatori, in vero, trovarono « *che nelle cellule dell'epitelio intestinale esiste una sostanza munita di appendici ciliari e capace di fuoruscire colle sue ciglia dal lume della cellula quando l'animale è digiuno, di rientrare nella medesima quando l'animale è in piena digestione* ». Or sebbene in questo caso le ciglia non sono vibranti, ma soltanto mobili; ad onta quindi che non avessero le proprietà fisiologiche di quell'epitelio vibratile propriamente detto, pure le si avvicinano per la forma e singolarmente pel modo di origine; e ciò certamente è uno dei dati per ravvicinare l'epitelio vibratile alle cellule con protoplasma contrattile, o il movimento ciliare all'amebiforme. *Roth* o *Kühne*, poi, continuando per la via aperta dal *Virchow*, colto studiare l'azione comparativa dei vari agenti, fisici, chimici e meccanici sull'epitelio in parola, sui nemaspermii, sul protoplasma contrattile ecc. hanno moltiplicato i rapporti tra queste diverse parti ed i loro movimenti, e n' hanno fatto, per ciò, assai più chiaro il *generico movimento fisiologico*.

II.

Il movimento vibratile è stato osservato nella serie animale sul sistema respiratorio, nel genito-urinario, sulla pelle, nel sistema digestivo e nelle cavità degli organi centrali nervosi.

a) Così cominciando dall'uomo e dai mammiferi domestici è stato osservato sulla mucosa respiratoria, da dove si estende nelle trombe di Eustachio e fin nella cassa del timpano, ad eccezione della superficie interna della membrana timpanica, e della mucosa che riveste gli ossetti dell'udito (*Köl liker*); e ciò nel mammiferi, negli uccelli e nei rettili. I monodattili che vanno provvisti

delle borse o tasche gutturali, lo presentano altresì sulla superficie di queste. Nella glottide, meno la parte inserviente proprio alla voce nei mammiferi e rettili, è da per tutto; del pari nella trachea e bronchi ed in certi punti delle borse aeree degli uccelli. Si trova altresì sulle branchie esterne dei girini, sulle branchie in generali degli invertebrati, ad eccezione dei cefalopodi, e nei canalicoli del sistema acquifero respiratorio degli anellidi, delle turbellarie ecc.

b) Nell'apparecchio genitale maschile è stato notato da *Becker* nei canalicoli seminiferi alla testa dell'epididimo dell'uomo, ed è più che probabile che non manca nei mammiferi e negli uccelli (*Leydig*). Più estesamente si trova nell'apparecchio genitale femminile. Qui infatti è disteso dalle frangie per la tromba di Falloppio e per tutto l'utero. È del pari esteso nello stesso apparecchio delle altre classi di vertebrati ed in generale degli animali inferiori.

Per l'apparecchio urinario si è rinvenuto nei canalicoli urinari degli anfibi nudi, nelle cavità cavernose secretive degli acaleffi (*Cyclas*, *Unio*, *Anodonta*) e nel canale escretore dei Gasteropodi.

c) Nei vertebrati la pelle presenta il fenomeno del movimento in discorso molto limitamente: così le sole larve giovani degli anfibi hanno epitelio vibratile il quale, siccome già conoscevano *Valentin* e *Purkinje*, sparisce a poco a poco, finché all'ultimo resta soltanto alla base della coda e sui lati della testa. A completo sviluppo sparisce interamente. All'incontro negli animali inferiori è piuttosto diffuso. Si nota su tutta la superficie esterna cutanea dei Bivalvi e dei Gasteropodi acquatici. In qualche specie, però, come nella *Paludina vivipara*, *Leydig* l'ha trovato mancare alla base dei tentacoli che portano gli occhi. Più limitato poi è nei Gasteropodi terrestri, nei Pteropodi e negli Eteropodi. Nelle Turbellarie è pure diffuso; non manca negli Anellidi; ed esiste frequentemente negli acaleffi e diffusamente negli infusorii.

d) Nel sistema digestivo si nota dalla bocca sino allo stomaco negli Anfibi e nei Rettili ed in alcuni di essi, allo stato embrionale, anche nei condotti biliari, e durante tutta la vita in qualche pesce, esempio il *Petromyzon* (*Leydig*). Nei molluschi al contrario in tutta la superficie intestinale, e pure nei canali biliari.

e) Infine il movimento vibratile non manca nelle cavità cerebrali. *Valentin* e *Purkinje* lo costatarono nel cervello dell'embrione, ed oggi si ammette generalmente nello stato adulto, ad onta

l'osservazione infruttuosa di *Henle* sul cervello di un malfattore giustiziato, fatta 15 minuti dopo la morte.

In conclusione il movimento vibratile si trova in tutte le classi del Regno animale, sebbene non ha per tutto un'eguale estensione, nè si trova nei medesimi apparecchi. Si trova generalmente, pur anche nei pesci che ne li privavano *Purkinje* e *Valentin*, nell'apparecchio genitale e nel respiratorio. Non manca nel sistema intestinale, nell'urinario, nelle cavità di organi nervosi, ed è sorprendente sulla pelle nei risultati visibili ad occhio nudo singolarmente in certi Molluschi.

III.

Per osservare il movimento vibratile si presta l'osservazione ad occhio nudo ed armato di microscopio. Lasciando da banda gli animali inferiori che si prestano a far vedere il sorprendente fenomeno nel primo modo, quando portano l'epitelio vibratile sulla pelle, nei superiori si nota anche con facilità senza microscopio. Basta così aprire la trachea di un animale appena morto, depositare in un punto qualsiasi dei granuli piccolissimi di carbone per assistere al trasporto di essi verso la glottide mercè le ciglia vibratili della mucosa.

Meglio e più sorprendente è l'osservazione microscopica, per la quale è sufficiente abraderne una mucosa fornita di epitelio ciliare e sottoporre in opportuno liquido quella poltiglia al microscopio con ingrandimento di 500 a 600 diametri. Non è difficile osservare dei movimenti più o meno vivaci in cellule più o meno isolate e prese dalla mucosa tracheale o altrove di qualsiasi mammifero. Ma ancor più mirabile è quando si sottopone la mucosa faringea della rana, o secondo l'avvertenza dell'*Hyrthl* la punta della lingua di piccoli individui dello stesso animale. Su ognuno di questi preparati potete osservare coll'ondulazione sempre in un senso di una linea di ciglia le ondulazioni del liquido e con esso dei globuli sanguigni e mucosi, i cui movimenti fissano la mente dell'osservatore e vi imprimono memoria di sè stabile e portentosa!

La forma del movimento di ciascun ciglio è in generale nei mammiferi e nei vertebrati oscillatoria, cioè ogni ciglio rappresenta una verga elastica qualsiasi fissata ad un estremo e spostata dall'altro nel suo equilibrio. Cosicchè quando si vedono in se-

ric lo ciglia par di assistere al movimento di un campo di biade mature sotto l'urto dei venti. Negli animali inferiori poi sono i movimenti a mò di seudiscio, e negli infusorii a forma vorticosa. }

Il movimento può durare 30 sino a 48 ore dopo la morte negli animali omeotermi. Tre giorni e più nei batraci e nei rettili sin da arrivare all'ottavo giorno dopo la morte nella testuggine. In generale durano assai più negli invertebrati che nei vertebrati, e fra questi più negli animali a sangue freddo che nei caldi. Una delle condizioni perchè in un cadavere continuano questi movimenti si è la morte repentina dell'individuo. In uomini decapitati si è osservato sin 36 ore dopo la morte. Al contrario cessano subito in animali defedati da malattie.

La direzione del movimento è a seconda delle mucose su cui si trova, e la velocità è tale che un mucchio di polvere, siccome ebbe ad osservare per prima *Hente* sulla mucosa tracheale di un giustiziato, fu trasportato per la larghezza di un anello in 15 secondi. Come avete visto nella mucosa tracheale del cavallo un mucchio di polvere di carbone corre per lo spazio di un centimetro tra 40 a 50 secondi. Presso ad un minuto nelle rane, nelle quali si prova, sia colla polvere di carbone, sia con piccioli granelli di pioni-bo, o anche mettendo nell'esofago un filo di paglia, che dopo pochi minuti se ne trova interamente cacciato. In questi animali un pò di polvere di carbone messa nei polmoni, dopo un quarto di ora ed anche meno, si rinviene già nello stomaco.

Facendo uno studio comparativo colla velocità di altri movimenti si ha il seguente quadro che improntiamo a *Du Bois Reymond*:

Velocità	Metri in un secondo
Dell'epitelio vibratile . . .	0,00007
Del sangue nei capillari . . .	0,0006—0,0009
Del sangue della carotide del cane .	0,2—0,3
Della contrazione muscolare . . .	0,8—1,2
Dell'agente nervoso . . .	26—30
Del volo dell'aquila . . .	35
Del cavallo di corsa . . .	25
Della locomotiva . . .	27
Della luce . . .	300 000 000
Dell'elettricità . . .	464 000 000
ecc.	

Per misurare le variazioni d'intensità del movimento in discorso *Calliburecs* ha ideato un apparecchio particolare. *Bernard* nelle sue lezioni sulle proprietà dei tessuti viventi ne dà una descrizione che qui giova riferire — « Questo apparecchio, scrive *Bernard*, consiste in un flaccò di vetro quadrato misurando 49 centimetri quadrati di base su 17 centimetri di altezza, diviso trasversalmente in due parti uguali. L'una delle pareti della metà inferiore porta nel mezzo del suo terzo superiore un piccolo foro, pel quale è situato un filo d'alluminio che serve da asse ad un cilindro di 1, centimetro di lunghezza e con cui si fonda. L'estremità esterna di quest'asse è il centro di un quadrante impresso esternamente sulla parete del flaccò e di cui le divisioni sono descritte da un filo di vetro sottilissimo. Risulta da tale disposizione che questo piccolo indice trascinato pel minore movimento del cilindro permette di valutare la rapidità con la quale questo gira allorchè è spinto dalle vibrazioni dell'epitelio. »

« Per concepire come le ciglia gli trasmettono il movimento, importa sapere come la metà superiore del flaccò è guarnita e di che maniera si adatta alla metà inferiore. »

« L'orifizio del flaccò è chiuso per un coverchio metallico, la cui faccia interna è saldata con un asta prismatica di rame. Questa discende nella metà inferiore del vaso e colla sua estremità va a penetrare in un disco forato che si trova fissato al fondo del flaccò, e per cui vien mantenuta in una posizione verticale allorchè si riuniscono le due parti del vaso. Una striscia di latta circonda il flaccò a livello della sua sezione orizzontale e forma un mezzo d'impedimento allo scorrere delle parti l'una sull'altra. Una tavoletta di rame orizzontale forata da un'apertura della medesima forma della sezione trasversa dell'asta può muoversi verticalmente lungo di quell'asta che la traversa. Per mezzo d'una lunga vite di richiamo, poi, essa è mossa nell'uno o nell'altro senso. La testa di questa vite sporge sopra il coverchio. Girandola con essa si muove la riga destinata ad indicare l'altezza alla quale la si è elevata. »

« Questa riga è formata da una piccola lamina di metallo saldata per la sua estremità inferiore alla tavoletta di rame al disopra della quale si eleva perpendicolarmente sino al di là del coverchio. La sua estremità superiore la traversa liberamente e porta delle divisioni mercè cui si misura l'altezza della tavoletta. Per maggior

precisione, la testa della vite è divisa in gradi, il cui numero rappresenta le frazioni di divisione da aggiungere all'indicazione della riga graduata. Due aperture sono praticate nel coverchio: per la prima s'introduce un termometro, ed alla seconda si adatta un tubo di sicurezza. La disposizione della tavoletta di rame e le sue dimensioni sono tali che ravvicinando la metà superiore del flaccò all'inferiore, si può far riportare il cilindro mobile su le ciglia vibratili della membrana epiteliale, distesa dapprima su una lamina di sughero aderente alla tavoletta. *Callibureès* indica sotto il nome di *porta-epitelio* la placca di rame ricoverta di sughero. L'estremità inferiore del filo di alluminio si termina contro una lamina di vetro che l'impedisce di muoversi secondo il suo asse; questa medesima estremità trova un punto di appoggio contro uno stiletto infossato verticalmente nel sughero, di sorta che le ciglia vibratili non comunicano al cilindro un movimento di rotazione che è tradotto all'esterno per l'ago del quadrante. Il peso del cilindro di vetro, compreso il filo di alluminio col suo indice di vetro, è di 0, 073 g (1).

Il movimento vibratile è importantissimo. Negli organi che ne sono forniti disimpegna importanti funzioni. Nella trachea elimina il muco ed ostacola nei più piccoli broncolini l'introduzione negli infundibili pulmonali di parti estranee che si potessero mescolare all'aria inspirata. Questo secondo ufficio, sebbene non si raggiunga compiutamente non sempre è un bene; poichè in molte circostanze può impedire i salutarî effetti di una terapia locale nel parenchima pulmonale malato curato colla polverizzazione (2).

Negli organi genitali poi contribuiscono al cammino dell'uovo. La direzione del movimento perciò nelle trombe è verso l'utero (*Bischoff*). In quest'organo è da dentro in fuori, secondo *Purkinje* e *Valentin*, e serve quindi ad espellere l'uovo ed i prodotti della mucosa uterina.

È rimarchevole la sospensione di questo movimento nel tempo della gravidanza per sostituzione di epitelio sulla mucosa uterina, ed in quello della muda durante il qual periodo anche gli organi maschili mancano dei filamenti spermatici. Questi cambiamenti corrispondono ad un riposo nelle funzioni riproduttive, e spiegano

(1) Bernard. Leçons sur les propriétés des tissus vivants. 1865 p. 139 e s.

(2) Vedi il mio articolo. Fin dove giungono le sostanze inalate col polverizzatore ecc. Giornale delle R. anno 7.

un fatto curioso ed interessante nel tempo stesso osservato e fatto conoscere da *Harvey*. Nelle capriule sopraggiunge la muda sovente subito dopo la fecondazione, e se talune di esse si uccidono e si sezionano alcuni giorni dopo, l'uovo non si trova affatto nell'utero; frattanto dopo tempo quelle restate vive si sgravano. La spiegazione che ne dà *Ziegler* si è che l'uovo portato dall'ovaja all'utero mercede i movimenti vibratili sorpreso dalla muda si arresta nel mezzo della tromba, ove rimane finchè non riappariscono i movimenti vibratili che lo spingono nell'utero. Aprendosi perciò l'utero delle capriule nel tempo della muda, si capisce perchè non si trova l'uovo (1).

IV.

Il movimento ciliare è indipendente dal sistema nervoso. Questo fatto venne perentoriamente determinato da *Purkinje* e da *Valentin*. Questi stessi provarono che gli agenti tossici, come l'acido idrocianico e la stricnina, sia direttamente che indirettamente non hanno alcuna influenza sul movimento in discorso, e gli osservatori posteriori confermando tali dati hanno aumentato il numero degli agenti tossici indifferenti per l'epitelio vibratile. *Oehl* tentò infruttuosamente il curare, il veleno delle fibre nervose motrici o meglio delle loro placche terminali (2), ed i medesimi risultati si ebbero altri osservatori.

Io ho ripetuto sovente queste prove coi medesimi risultati. Un centigrammo di veleno americano introdotto sotto la cute della rana in pochi minuti estingue l'azione eccitabile dei nervi sui muscoli. Ma le fibre muscolari, come splendidamente dimostrò il *Bernard*, restano refrattarie, e così si comportano le cellule vibratili. Le quali rimangono indifferenti altresì quando si bagnano direttamente con una soluzione di curare, purchè questa abbia una densità conveniente; poichè è risaputo che il movimento dura più in una soluzione di zucchero che nell'acqua semplice.

All'incontro i cambiamenti di temperatura vi hanno una sensibile azione. A cinque gradi in media i movimenti si arrestano, ma si ripigliano ove questa temperatura non è prolungata. *Roth*, tale ripristinamento, l'ha osservato nelle ciglia dell'*Anodonta*,

(1) *Bernard*, l. cit. pag. 435.

(2) *L. c.* p. 2.

ove la temperatura deve scendere anche un altro paio di gradi per avere il suo influsso inhibitorio. Del pari è pernicioso la temperatura di 45° in sopra, massime quando è prolungata. *Purkinje* e *Valentin* raccontano che « l'immersione delle parti di un mammifero e di un uccello nell'acqua a 65 R. non li arresta, se dura un istante, ma li abolisce quando si prolunga da vantaggio » (1). Il grado però più favorevole è quello di 30° per i movimenti ciliari, e ciò sia negli animali superiori, che negli inferiori. *Bernard* riferisce i risultati di un'esperienza fatta coll'apparecchio di *Callibrucès*, e nota che dove alla temperatura ordinaria (da 12 a 9 gradi) una rivoluzione dell'ago del detto apparecchio si compie in 22, 3", ce ne bisognano soli 3, 7" quando la temperatura si è elevata a 28 gradi (2).

Il movimento vibratile è molto sensibile alla variazione di concentrazione dei liquidi. Se questa non è troppo forte rianima i movimenti estinti. Perciò sono da notarsi in primo luogo gli alcali in giusta concentrazione, e fra questi la soda e la potassa (*Virchow*) che possono considerarsi come gli stimolanti specifici dell'epitelio vibratile. Gli acidi ed i sali metallici sono nocivi anche a tenuissime diluzioni, e li esinguono proprio, come fanno altresì gli alcali caustici, l'alcool, e le tinture di jodio, di cantaridi, di aconito, di belladonna ecc. Gli anestetici pare che abbiano azione di sospenderli. Li sospende del pari il disseccamento nell'infusorii, ma negli animali superiori li annienta. Gli eccitamenti meccanici, e siano le scosse, gli stiramenti, le correnti liquide nel preparato facilitano il movimento vibratile.

Kühne ha sperimentato l'azione dei gas, e contrariamente a quanto è asserito da alcuni, è giunto a determinare che i gas hanno influenza sui movimenti vibratili, ed è analoga a quella esercitata sulle altre sostanze contrattili. L'epitelio vibratile in un'atmosfera priva di ossigeno perde le sue ondulazioni e le ripiglia, sol quando l'ossigeno gli venga ridato. Le cellule vibratili tolgono l'ossigeno non solo all'aria, ma finanche all'emoglobulina ossigenata. Si prova mettendo le cellule vibratili in una soluzione di emoglobulina e facendovi passare su una corrente d'idrogeno: come l'ossigeno si perde dalla emoglobulina, e se ne confermi allo spettroscopio la perdita, così i movimenti si arrestano. Questo

(1) Muller. Manuel de Physiologie tom. 2. pag. 13 Paris 1854.

(2) L. c. pag. 146.

stesso risultato si ha col gas acido carbonico il quale forse agisce per la sua acidità. L'ossido di carbonio pare non vi eserciti alcuna azione.

In ultimo l'epitelio vibratile per agire ha bisogno di un dato stato nutritivo e di un protoplasma a reazione alcalina o neutra. In che possono consistere queste particolarità nutritive, non si sa dire; ma è certo che disturbate, e ciò nel sonno invernale, nei processi infiammatori ecc. il movimento cessa. La reazione alcalina o neutra del protoplasma come quella dei liquidi in cui si deve bagnare, è anche un'altra condizione indispensabile. Divenendo acida i movimenti non più si avverano; e pare perciò che la presenza di un sale neutro o di un'aleali mantenga disciolto il corpo albuminoide che è causa dei movimenti, mentre la presenza di un acido lo modifica in modo da sospendere o da arrestarne i movimenti.

Ciò è vero anche per tutte le sostanze contrattili.

V.

I *Nemaspermi*, o *filamenti spermatici*, conosciuti più comunemente col nome di *zoospermi*, sono le forme elementari speclifliche dello sperma. Vi si nota in massima nei vertebrati un rigonfiamento anteriore o *testa*, ed un'appendice filiforme posteriore o *coda*. L'uno e l'altro possono variare in quanto a lunghezza e forma sensibilmente negli animali; varietà che si fanno ostensibili e chiare più con tavole iconografiche che con qualsiasi descrizione. Negli animali inferiori poi, le varietà sono anche più notevoli, e dal filamento al corpuscolo vescicoloide presentano significanti gradazioni di forma.

I nemaspermi, giusta le ricerche di *Kölliker*, negli animali superiori si sviluppano dalle cellule seminifere con un processo che esamineremo a suo luogo, e che non è punto continuo nella vita. Comincia all'epoca della pubertà e termina colla decrepitezza, con delle interruzioni negli animali liberi corrispondenti al tempo fuori i calori. Nell'uomo e nei nostri animali domestici la produzione dei nemaspermi è continua.

Il movimento che eseguono, queste particolari cellule vibratili nella generalità dei mammiferi, è quello di serpeggiamento; ma quando si considera nella generalità dei vertebrati si trovano altri

modi di movimento e son quelli di torsione, semirotazione, di quizzamento ecc.

Il liquido ove nuotano è alcalino, ed in esso, perchè si ravvivano questi filamenti nel loro moto, vi ha di bisogno di aggiungervi alcune sostanze.

Hentle ha calcolata la velocità di questo movimento, e la trovò corrispondente ad un pollice per ogni 7 1/2 minuti.

Il movimento dei nemaspermii nei cadaveri può conservarsi fin presso le 24 ore; fuori, a seconda degli agenti, può protrarsi moltissimo; ma dove poi si continua per molti giorni è nell'apparecchio genitale femineo. Secondo le prime osservazioni di *Bischoff* può durare fino a 7, 8 a 10 giorni.

Per ciò che abbiamo più sopra detto non vi è mestieri che ci fermassimo a discutere l'opinioni emesse sui movimenti dei nemaspermii; poichè una volta riuniti ai movimenti ciliari e ravvicinati agli amebiformi, è inutile fermarsi a combattere la teoria antica che considerava questi elementi come animali ed i loro movimenti volontari, o l'altra che li spiegava per un puro fenomeno fisico e dipendente dai liquidi ove si trovavano immersi (1) e coi quali entravano in scambio osmotico.

Per ciò stesso si comprende che gli agenti prementovati, in occasione del moto ciliare, hanno la medesima azione sui nemaspermii come sulle ciglia. Quindi l'acqua, gli acidi, gli alcali caustici, l'alcool, il cloroformio ecc. l'annientano. Restano indifferenti sotto l'azione del curare, dell'acido idrocianico ed altri veleni; si attivano con soluzioni moderatamente concentrate di zucchero o di un sale alcalino, e ripigliano le loro oscillazioni trattati colla soda, o colla potassa, ed anche, secondo *Kölliker* per prima determinò, coll'ammoniaca. Un'importante applicazione ora si fa in terapeutica di questi dati dell'osservazione o dell'esperienza fisiologica. « Un'altra volta, dice in proposito il *Moleschott* in una delle sue prolusioni, un'altra volta sarà una donna sterile, sterile perchè il suo muco vaginale acido, soprasaturando l'alcalinità dello sperma, toglie agli spermatozoidi la mobilità voluta per fecondare l'uovo. Alla donna che in tale contingenza vi confida la sua brama ardente di

(1) *Motus filorum spermaticorum pendet a legibus diffusionis, quae etiam efficitur. ANKERMANN. De motu et evolutione filorum spermaticorum ranarum. Dissert. inaug. Regimontii, 1854.*

posseder fanciulli, consiglierete delle iniezioni di fosfato di soda da applicarsi prima dell' amplesso coniugale » (2).

S' intende di leggieri che tali contingenze si possano verificare anche negli altri mammiferi.

Prima di terminare questo capitolo dobbiamo avvertire, riferendocene all' esperienza di Kölliker che le reazioni dei nemaspermi sono diversissime non sola a seconda delle grandi classi di animali, ma anche a seconda dei generi e delle specie affini, anzi degli stessi individui. Ci hanno inoltre influenza la vecchiezza dello sperma, il grado suo di densità, la temperatura esterna ed altre cause minori. Ciò spiega la diversità dei risultati talvolta proprio contraddittorii, a cui sono giunti non pochi sperimentatori studiando l' azione degli agenti esterni sugli elementi in discorso; risultati che in non poche opere che si trovano tuttavia per le mani dei più vengano senza avvertenze riferite.

VI.

Il movimento vibratile non manca nel regno vegetale ed ha parte importantissima nella riproduzione dello alghe. Questo fatto serve a stringere anche di più l' affinità tra il movimento in discorso e l' amebiforme.

Certi fenomeni generali non si possano, senza pregiudizio della scienza, trascurare di considerarli nella loro estensione ed in ciò che possono aver di comune nell'impero organizzato. Gli è per ciò che riferiremo qui sul movimento ciliare delle alghe quanto ne dice un popolare e dotto scrittore francese, che in un libro ben accolto all'universale molto brevemente ne ragiona.

« Nel 1793, *Girod-Chantrans* segnalò il primo, ma senza buone rendersen conto, una sorta di *movimento spontaneo* nella materia granulosa verde di certe alghe. Egli considerò male a proposito questa materia come un' *agglomerazione di animalletti* analoghi a quelli dei polipaj.

« Nel 1817, *Bory de Saint-Vincent* scoprì del pari e dimostrò evidentemente la facoltà locomabile delle granulazioni. Siffatte osservazioni vennero confermate da *Gaillon* a Parigi, e da *Agardh* a Stoccolma. Ultimamente poi *Derbès* e *Salier*, e soprattutto *Un-*

(2) Moleschott. Fisiologia e medicina. 4. Prolusione p. 38 1855.

ger, Thuret e Pringsheim hanno rischiarato immensamente l'argomento. »

« Le alghe verdi si propagano principalmente per zoospore e per spore ». Le zoospore sono dei corpuscoli microscopici di circa uno o due centesimi di millimetro di lunghezza, di forma ovoidale e ripieni per due terzi di una materia verde (clorofilla). L'estremità anteriore o rostro è attenuata in punta e sormontata il più sovente da due o quattro ciglia più lunghe di tutt'intero il corpuscolo.....

« La produzione delle zoospore, in certe alghe, è più o men limitata in qualche parte della fronda; in altre è diffusa in tutta l'estensione del loro tessuto. Gli organi in cui si sviluppano sono delle cellule, le quali oltre dei corpuscoli in discorso si riempiono di un liquido mucilaginoso, che come si accresce così distende la parete delle cellule fino a determinarne la rottura. Uscite, per ciò, le zoospore, siccome si rileva dalle fig. della tavola II si agitano in tutti i sensi, presentando quasi sempre il loro rostro in avanti. I loro movimenti sono vivi e capricciosi; qualche volta ritornano subitamente in addietro; sovente girano sul proprio asse. Se il vaso che li contiene è situato nella vicinanza di una finestra, si dirigono il più sovente verso la luce (Thuret). »

« Dopo di essersi così dimenate per molte ere od anche per molti giorni, secondo le specie, le zoospore perdono le loro ciglia, si fissano mercè una secrezione mucilaginosa e si sviluppano più o men rapidamente secondo le specie. »

« La spora, poi, è una piccola cellula ripiena di una sostanza olivastrea, riceve dagli anterozoidi (corpuscoli ciliati) la eccitazione per riprodurre un individuo simile a quello da cui proviene ».

« Gli anterozoidi consistono in corpuscoli microscopici di uno o due centesimi di millimetro di lunghezza circa, racchiudono un granulo colorato che sembra fare sporgenza alla superficie, e vanno muniti di due cigli locomotori mobilissimi. Essi sono in gran numero contenuti in un piccolo sacco ovoidale trasparente detto: *anteridio*, inserito per la sua base su peli ramosi ed articolati. Questi peli nascono dalla parete di un concettacolo, e convergono verso l'ostiole, come per guidare gli anterozoidi quando devono sorire dalla loro cavità ». Una figura della seconda tavola su citata rappresenta l'emissione degli anterozoidi da un *anteridio* del *Fucus vesiculosus* Linn., ed un'altra porta una spora della stessa pian-

ta circondata dagli anterozoidi. I quali si attaccano alla superficie della stessa, e mercè i loro cigli locomotori le comunicano un movimento di rotazione vivissimo. A poco a poco questo movimento si rallenta e dopo mezz'ora è interamente cessato. Alcune ore dopo, la spora si riveste di una membrana e compariscono già i primi fatti della fecondazione, i quali poi si terminano collo sviluppo della pianta (*Moquin-Tandon*).

LEZIONI VII ED VIII.

SOMMARIO—Definizione dei tessuti e distinzione degli stessi in stabili e transitorii ecc.; forme dei tessuti e legge del ritorno degli elementi istologici.—Ragione e bisogno di una classificazione dei tessuti.—Criterii avuti di mira da Golez e Richot e da Richot a Virchow.—Sviluppo della classificazione di Virchow, e come fra tutte è la più completa: legge di continuità e di sostituzione istologica.—Idee sulla classificazione di Virchow, e miglioramenti che i progressi della scienza oggi impongono d'apportarvi.—Il sangue non è un tessuto; è il prototipo delle secrezioni interne; vantaggi che ne promanano per la patologia. Il tessuto capillare non è un tessuto superiore (Virchow), ma soltanto un tessuto dei congiuntivi. Il tessuto connettivo non è un solo tessuto di sostegno e d'irrigazione plasmatica, ma essenzialmente un tessuto germinativo. I suoi rapporti embriologici non si estendono quindi ai soli tessuti di sostanza connettiva, ma estendendosi agli epiteliali ed ai superiori. — L'unità istologica, e proposta di una nuova classificazione di tessuti.

I.

Sotto il nome di tessuti son da comprendersi quell'insieme di cellule o di derivati cellulari autonomi con attributi anatomici e funzionali determinati, e colla proprietà di mantenersi e di riprodursi coi medesimi caratteri.

Basi quindi di questa definizione sono: la rassomiglianza morfologica e funzionale, il potere assimilativo e la filiazione, e perciò stesso l'autonomia e l'indipendenza vitale; cioè il maggior numero di dati possibili che rendono meno imperfetta una definizione qualsiasi.

Il solo criterio di forma, od anche la maggiore importanza che ai caratteri esterni, come ad esempio il modo d'unione, può darsi, è per lo meno sempre insufficiente, se non pure costantemente erroneo; ed un'applicazione di questo falso principio vediamo nel ritenere i liquidi come tessuti (*Hente, Frey* ecc.), o nel fissarsi sul carattere della solidità e stabilità degli elementi nei rapporti reciproci di unione (*Kölliker*).

L'unione degli elementi nei tessuti è in massima mantenuta da una sostanza, che si addimanda *sostanza intercellulare*, o *sostanza fondamentale*, più o meno abbondante in rapporto agli e-

lementi secondo i tessuti e l'età degli stessi, di composizione chimica determinata, e d'apparenza or omogenea, or fibrillare, or molle ed or condensata.

I tessuti si distinguono in *stabili* e *transitorii*, od in tessuti *specifici* e di *varietà*. I primi son quelli che permanentemente conservano, e per poiere proprio, i loro caratteri, e costantemente si riproducono; ed i secondi quelli che sorgono per un cambiamento chimico dagli elementi degli altri tessuti; cangiamenti che ne metamorfosano temporaneamente le forme o le funzioni. Il tessuto transitorio e di varietà non si riproduce, e le sue cellule dopo aver funzionato o si sfanno o possono ritornare agli elementi del tessuto specifico da cui provengono, come ad esempio le cellule adipose che ritornano corpuscoli di tessuto connettivo. Significante fatto! il cui rapporto con una frase improntata dalla storia naturale potrebbe chiamarsi *legge del ritorno degli elementi anatomici*.

Però i cangiamenti chimici, morfologici e funzionali possono essere duraturi ed accompagnati dalla riproduzione degli elementi in queste nuove condizioni e coi medesimi caratteri, o si ha allora la reale metamorfosi di uno nell'altro tessuto specifico, come ad esempio il passaggio del tessuto connettivo in tessuto cartilagineo, o pure in tessuto osteogeno e quindi in osso.

I cangiamenti possono infine limitarsi alla sola sostanza intercellulare, ed in tal caso si hanno le *forme* diverse di un tessuto stabile o specifico. Ce ne offrono l'esempio la forma *mucosa* del tessuto connettivo e la *fibrillare* dello stesso, o quelle *jalina* e *reticolata* del tessuto cartilagineo.

II.

I tessuti per quanto s'individualizzassero per composizione, per forma e per speciale funzione, non mancano mai di caratteri costanti ed essenziali per cui gli uni più che gli altri si ravvicinano, mostrano affinità, parentela, da avere uno stesso punto di partenza ed un altro corrispondente di arrivo, da sostituirsi infine o confondersi negli uffici e nei risultati.

Il rilevare siffatti caratteri, ed il distinguere quindi i primi in gruppi secondo le maggiori possibili affinità, è scopo della classificazione dei tessuti, la quale mentre da un canto è un bisogno dello

spirito per facilitarli la comprensione delle conoscenze che si debbono avere intorno ai molti argomenti che vi si riferiscono, dall'altro è lo specchio veritiero dello stato scientifico degli stessi, o con una parola, è la scienza stessa.

Di qui si comprende facilmente come i primi conati di classificazione sono vecchi quanto l'anatomia, ed il valore n'è corrispondente ai tempi ed allo stato delle conoscenze. Io qui passo subito a farvene un'esposizione succinta, ma col solo intendimento di mettervi sotto l'occhio ed in breve lo sviluppo storico dell'anatomia e della istologia al riguardo; di talchè noterò gli uomini e l'epoche che essi segnano nel cammino della scienza, ed il vero progresso che vi hanno impresso, lasciando che altri, seguendo l'andazzo volgare, si sbizzarrissero a talento contro gli errori degli antichi, perpetuando la favola degli insulti del pigmeo quando stava sugli omeri del gigante!

Già Galeno distingueva tutte le parti del corpo in *similari* e *dissimilari*, cioè in parti che apparivano formate da una sola sostanza come le ossa, ed in parti che ne risultavano da più, come i muscoli formati dalla sostanza muscolare, dal suo involucro e dal tendine.

Questa distribuzione che non avea a base se non l'esterna apparenza fu ripetuta nell'antichità, nel medio evo ed al risorgimento (1) e si può dire fin in sullo spirare del secolo passato ed il sorgere del presente, non calcolando le distribuzioni capricciose e fantastiche di varii scienziati.

In quest'epoca comparve Bichat, il quale si occupò con molto successo di applicare alla fisiologia ed all'anatomia il metodo della fisica e della chimica. Fu d'uopo, egli diceva, che dai fenomeni si rimonti alle proprietà degli elementi che ne sono la sorgente, onde si possa giungere allo stato di ricordare una funzione e risvegliarsi associatamente l'idea del tessuto che la produce, non altrimenti del fisico e del chimico, che collegano a certi fatti l'idea dei corpi che ne sono i fattori.

Con questi principii, al criterio antico, che direi *anatomico*,

(1) Falloppio. De partibus similaribus humani corporis 1575.

Anche Ruini nella sua celebrata *Anatomia del Cavallo* adotta la distinzione galenica di parti *similari* e *dissimilari*: però se sono simili anche per lui le ossa, i nervi ed altri simili, sono parti *dissimilari* « il capo, le braccia, il torace ecc. » *Anatomia del Cavallo*. Venezia 1599 p. 3.

per la classifica dei tessuti aggiunse il *fisiologico*; giacchè per *Bichat* il legame di affinità tra due o più parti del corpo si doveva rilevare meno dalla medesima disposizione di esse, che dalla *funzione uniforme* che potevano eseguire. Quindi con questo doppio criterio distinse 21 tessuti nel corpo e sono :

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1. Il tessuto cellulare. | 11. Il fibroso. |
| 2. Il nervoso della vita organica. | 12. Il fibro-cartilagineo. |
| 3. Il nervoso della vita animale. | 13. Il muscolare della vita animale. |
| 4. L'arterioso. | 14. Il muscolare della vita organica. |
| 5. Il venoso. | 15. Il mucoso. |
| 6. Quello dei vasi esalanti. | 16. Il sieroso. |
| 7. Quello dei vasi assorbenti e delle loro glandole. | 17. Il sinoviale. |
| 8. L'osseo. | 18. Il glandoloso. |
| 9. Il midollare. | 19. Il dermoide. |
| 10. Il cartilagineo. | 20. L'epidermoide. |
| | 21. Il peloso (1). |

Oggi certamente non è che un ricordo storico la classificazione di *Bichat*. Uomo d'immenso genio ebbe il torto di non giovare del microscopio, ed egli credette quindi di trovare tessuti, come ad es: l'arterioso, il venoso ecc. dove non erano che organi, cioè la riunione di più tessuti. Per ciò adunque *Bichat* distribuiva in buona parte organi e non tessuti, credendo fare la distribuzione di questi.

Però quello che non si dee obliare anche adesso si è la parte che l'anatomico francese fece godere alla funzione nel ravvicinare più parti situate in differenti località in un tessuto solo, e la *Nemesi* storica gli riconosce questo gran merito e lo saluta il fondatore dell'*Anatomia generale*. Merito che in parte deve dividere colla scuola di *Haller* e singolarmente poi col patologo *Pinel*; giacchè *Pinel* fu quegli che applicò felicemente il criterio funzionale alla distinzione degli organi e dei morbi.

« Che importa, diceva questo gran medico, che l'aracnoide, la « pleura, il peritoneo, risiedono nelle differenti regioni del corpo,

(1). *Bichat Anatomie generale. Paris 1801*

« quando queste membrane hanno delle conformità generali nella loro struttura ? Non soffrono esse delle lesioni analoghe nello stato di flemmasia, e non devono essere riunite in un medesimo ordine, formando solamente dei generi differenti ? (1) »

Le classificazioni che seguirono a quella di *Bichat* n'ebbero tutti i difetti senza portarne i pregi. Sarebbe lungo ed inutile, ora il noverarle ; ma ricorrendo a *Meckel* (2), *Cloquet* (3), *Leuho-
sek* (4), *Mayer* (5), *Rudolphi* (6), *Heusinger* (7), *Beclard* (8), *Girard* (9) ed altri se ne può aver notizia da chi ama studiare attraverso il tempo, in mezzo ai ristagni, il regresso e gli errori, il progredir lento e graduale della vera scienza. Devesene qui ricordare una sola, quella di *de Blainville* (10) poichè è viva ancora in Francia per *Robin* e i suoi seguaci (11); e perchè nei suoi tempi avrebbe potuto parere una divisione eminentemente fisiologica. *De Blainville* adunque considerando come due *Pouchet* che « lo scopo della nutrizione è di formare due ordini di materie organiche differentissime : quelle che sono assorbite e le altre che sono esalate » stabiliva che ogni essere vivente è essenzialmente composto dalle prime, e le seconde separate alla superficie del corpo allo stato liquido o gassoso non esisterebbero al punto di vista morfologico, cioè a dire sotto forma di elementari anatomici. Quindi designava sotto il nome di tessuti costituenti o fondamentali i tessuti che rientrano nella prima categoria, e sotto quello di tessuti prodotti o di perfezionamento quelli della seconda. Sarebbero tessuti prodotti: « 1° il sistema epidermico ed epiteliale ; 2° i peli ; 3° le unghie ; 4° i denti ; 5° il cristallino » ; e tessuti costituenti tutti gli altri che pur onninamente si differenziano per tanti caratteri chimici, morfologici e funzionali.

Fratanto il microscopio, che da *Malpighi* e *Leenwenhoek* era re-

(1) Nosographie philosophique, Introduction. 1798.

(2) Handbuch der anat. 1815.

(3) Traité d'anatomie descriptive. Paris 1815.

(4) Physiologia medicinalis. Pesth 1816.

(5) Ueber Histologie und eine neue Eintheilung der Gewebe des menschlichen Körpers. Bonn 1819.

(6) Grundriss der Physiologie. Berlin 1821.

(7) System der Histologie. Eisenach 1822.

(8) Elements d'anatomie generale. Paris 1823.

(9) Traité d'Anatomie generale. Paris 1823.

(10) Cours de Phys. generale et comparée. Paris 1829.

(11) Pouchet. Précis d'Histologie humaine 1864 pag. 72.

stato sempre nella cerchia di pochi osservatori, alla fine del secolo passato, in seguito ad interessanti osservazioni fatte in Italia, in Inghilterra, in Olanda, si divulgò, e gli osservatori come le osservazioni significatamente si moltiplicarono. Conseguenza ne fu che gli anatomici non più si arrestarono al tessuto come la parte più semplice dell'organismo, nè tampoco si contentarono di riposarsi sulla *fibra problematica ed ipotetica* di Haller (1), ma giunsero sino agli elementi anatomici sottoposti all'impero dei sensi, cioè a quelle parti semplici la cui aggregazione forma il tessuto. Fu *Treviranus* quegli che prima generalizzò l'idea ed intraprese lo studio delle parti elementari componenti tutte le parti dell'organismo, e dal 1816 in poi si sono cominciati i primi tentativi di dividere i tessuti a seconda la forma del loro elementi aggregati. *Doellinger*, *Heusinger*, *Mayer*, *Raspail*, *Dutrochet* ed altri stabilirono tutti dei sistemi, che però se avevano certamente dell'arditezza, mancavano di fondamento e di precisione.

E ad onta del migliore indirizzo, e della grande spinta che gli studi s'ebbero dopo la scoperta del nucleo fatta da *Brown* (1831) e dopo l'importanza assegnatavi singolarmente da *Schleiden* sullo sviluppo cellulare, non meno inesatte furono le classifiche posteriori. Vogliamo ricordare quella di *Schwann* (2), e cennare l'altra adottata dai Prof. *Amabile* e *Vernicchi* in un loro pregevolissimo libro sul *Neoplasmi*. Per essi « a norma degli elementi juxtaposti, « talora soli, talora in una sostanza amorfa solida, talora sospesi « in un liquido, i tessuti si distinguevano in cellulari, fibrosi e tubulari. » (3).

Ad onta però che la prima pareva poggiarsi sul carattere di evoluzione e la seconda sulla morfologia, ed abbenchè la distribuzione dei nostri Professori avesse migliorata e corretta quella di *Schwann*, pure entrambe avevano lo stesso difetto, e ripetevano

(1) *Invisibilis est ea fibra, sola mentis acie comprehendimus*.

(2) Secondo *Schwann* si distinguevano i tessuti in cinque classi, avuto riguardo alla loro origine: 1. Cellule isolate, indipendenti, che nuotano in un liquido; 2. Cellule indipendenti, che aderiscono vicindevolmente e formano un tessuto coerente; 3. Tessuti nei quali le parti cellulari sono insieme confuse, senza che le cavità le siano; 4. Fibro-cellule, che indipendentemente si allungano da uno o da più lati in fascio; 5. Cellule in cui parete o cavità siano insieme confuse. Nella prima classe vi ha il sangue, nella seconda il tessuto corneo, il pigmento, il tessuto del cristallino.

(3) *Amabile* e *Vernicchi*. Dei neoplasmi o nuove produzioni organizzate 1860.

il criterio insufficiente di *Galeno* che volle distribuire le parti pei loro caratteri esterni e perciò superficiali e fallaci. Valga un esempio per tutti : nei tessuti cellulari o riunioni cioè di elementi soli o incastrati in una sostanza amorfa o sospesi in un liquido vi ha certamente il sangue, il tessuto cartilagineo, i tessuti epiteliali, eppure come passeremo a vedere vi ha grande distacco tra l'uno e l'altro dei su nominati tessuti per differenze intrinseche e sostanziali.

Henle aveva già notata l'imperfezione della classificazione di *Schwann*, ma conscio certamente della vera base di una buona distribuzione e valutando la pochezza delle conoscenze istologiche ai suoi tempi con molta prudenza si astenne dal foggiarne una; ed in cambio scriveva queste memorabili parole che nel mentre esprimevano un bisogno restarono nel tempo stesso a formare un programma per questo argomento: « l'Anatomia generale, egli scriveva, per essere la scienza delle parti elementari del corpo dovrebbe oggi partire da queste monadi, cominciare per studiarne la struttura, la formazione, le forze, le proprietà chimiche e fisiche, ed indi poi farne nascere i tessuti. »

III.

A *Virchow* spetta il merito di aver meglio formolata una distribuzione di tessuti poggiata sul più gran numero di caratteri possibili. Seppure non glielo si voglia riconoscere intero, giacchè sopra la sua classifca si trovava già nei Manuali d'Istologia (1);

(1) Qui voglio alludere ai libri di Kölliker e di Leydig i quali, negli *Elementi d'Istologia umana* il primo e nel *Trattato d'Istologia comparata* il secondo, adottano la seguente classifca:

1.º gruppo o serie)	Tessuti di sostanza connettiva;
2.º " "	Tessuti di cellule;
3.º " "	Tessuto muscolare;
4.º " "	Tessuto nervoso.

Non so che modifiche ci avesse potuto apportare Kölliker nell'ultima edizione del suo libro, che a quest'ora in cui scrivo (gennaio 1868) non è ancora compiuta. So in cambio quella di Leydig esposta nella sua Opera in corso di stampa (*Von Bau des Thieris. Körpers* 1864 p. 26 e seg.) e non nascondo una certa sorpresa che mi ha fatto, giacchè non ho compreso il miglioramento che ha creduto apportare alla sua primitiva classifca. Vale riportarne il tratto, in cui dichiara le ragioni della sua nuova distribuzione:

ciò non pertanto non si può negare che il Patologo di Berlino, il primo profittando dell'Istologia normale e della patologica, l'ha meglio determinata e sviluppata, e più propriamente n' ha specificati i caratteri più generali e più sostanziali che si riducono: a) ai morfologici, b) ai chimici c) ai funzionali, d) agli embriologici, e) ed a quelli di evoluzione e di sostituzione).

Secondo Virchow, adunque, i tessuti si distribuiscono in tre gruppi o categorie, e sono:

- 1° il gruppo di sostanza connettiva,
- 2° » di tessuti di cellule,
- 3° » dei tessuti superiori.

I tessuti del primo gruppo sono tutti formati da elementi anatomici riuniti tra essi da una visibile sostanza intercellulare (*carattere morfologico*).

« Al più gran numero dei sistematici sembra di gran valore stabilire nuovi tipi, nuovi gruppi di forme, diversi dai già noti, mercè particolari caratteri. Io sono su questo punto di altra opinione. A me sembra più meritevole di poter fare evidente come i detti diversi tipi si riuniscono, come l'uno passa nell'altro. E così intanto ricerche accuratissime mi hanno condotto all'opinione, che i tessuti di sostanza congiuntiva e quelli di cellule autonome, che per diverse transizioni si riuniscono, si hanno a riunire in una rubrica, che chiamo ora per l'impiego che essi hanno: *tessuti vegetativi*.

« Il carattere comune di tutti questi tessuti è la proprietà secretoria delle loro cellule. Come nelle piante alcune cellule producono nel loro interno acidi, zucchero od amido, albumina, olio, sostanza colorante ecc. mentre altre separano materia legnosa (cellulosa) che serve soltanto per base o per sostegno delle rimanenti parti dei vegetali così si ha anche nelle formazioni degli animali da me riunite sotto il nome di *tessuti vegetativi*. Da una parte partecipano le loro cellule ai modi di secrezioni; le cellule come piccoli laboratori chimici ricevono materia, la metamorfosano e la separano; dall'altra parte i loro prodotti di secrezione servono per la formazione degli organi di sostegno, o scheletro degli animali.

CLASSIFICAZIONE

A Tessuti vegetativi

- 1 Sostanza congiuntiva
- 2 Epitelio, glandolare e corneo
- 3 Sangue e linfa.

B Tessuti animali

- Tessuto muscolare
- » nervoso

E sono :

il tessuto congiuntivo (meglio germinativo),
l' elastico,
il cartilagineo,
l' osseo ed
il dentario.

▲) I tessuti di sostanza congiuntiva rappresentano tutti i gradi di coesione dalla solidità più o meno spiccata (tessuto cartilagineo, osseo) alla fluidità del corpo vitreo.

Gli elementi degli stessi possono essere rotondi, allungati, fusiformi, stellati (tessuto germinativo, osseo), i cui prolungamenti arrivano a riunirsi. Sono in parte sequestrati ed in parte liberi, e vi ha di quelli che sono degli ammassi consistenti di protoplasma e nucleo, ed altri senza protoplasma, come nuci attivi e liberi in abbondanza, rappresentati cellule.

La sostanza intercellulare è tante volte senza struttura, omogenea, tal' altra finamente o grossolanamente granulare, tal' altra stratificata oppure fibrillare e distinta sia in fasci grossi e spessi, sia in fibrille eccessivamente fini ed appena visibili. Non è raro che subisca un ispessimento od un condensamento come si osserva nel tessuto connettivo. È più o meno trasparente e varia per i gradi di rifrazione di luce e di elasticità.

La quantità di entrambi le parti anzidette può essere varia, come vari ne sono i vicendevoli rapporti. Ora predominano gli elementi, ora la sostanza intercellulare; ed i primi o sono come incastrati nella seconda, oppure compresi nell' interno di grossi e piccoli spazi o lacune, come tra le fibrille o nei corpuscoli ossei, ed anche nelle cavità della cartilagine.

I corpuscoli generano la sostanza intercellulare sia che la secernano, sia che vi si metamorfosano. I processi in ogni caso ne sono sconosciuti e sconosciute del pari sono le condizioni della sua configurazione, sebbene può ritenersi per sicuro che non siano condizioni esterne e meccaniche come pretendevano gli istò-mecanici (Henke).

La sostanza intercellulare dà in ultima analisi, nel maggior numero dei casi, colla (*carattere chimico*), come ad esempio la *condrina* che si ha dalla cartilagine, la *gelatina* dal tessuto osseo, la *gelatina* dal tessuto germinativo. È nella sostanza intercellulare

che particolarmente si sogliono depositare i sali terrosi, come nell'osso, e per cui questo acquista la sua solidità.

Le cellule non danno coila, ed in luogo della sostanza ordinaria che le suole costituire, si suole trovare sia grasso, sia pigmento, o che vi si produce per metamorfosi della sostanza esistente, o che vi s'infiltri. Quello fra essi che d'ordinario presenta questi stati è particolarmente il così detto congiuntivo.

Tutti i tessuti del primo gruppo da lunga pezza sono considerati come agenti in un modo puramente meccanico; sono così tessuti di sostegno nella costituzione dello scheletro, a cui vi partecipano i tessuti: osseo, cartilagineo congiuntivo; sono tessuti di contenzione come ad esempio le aponeurosi, le mucose ecc.; sono infine parti di riempimento e di unione, ad esempio il tessuto adiposo, il corpo vitreo ecc. I rapporti speciali tra i corpuscoli e la sostanza intercellulare li fanno dei sistemi di tubi o canali supplementari da sostituirsi agli ipotetici vasa serosa, ed inservienti alla distribuzione del plasma nutritivo ove mancano i vasi.

Punto di partenza nell'embrione di tutti i tessuti in discorso è il foglietto medio del blastoderma, e nel corso della vita intrauterina ed extrauterina l'uno può dar l'altro, come l'uno può essere dall'altro sostituito senza che in quest'ultimo caso si oltrepassassero i limiti fisiologici normali (*carattere embriologico*). Questo supplirsi a vicenda dei tessuti dello stesso gruppo è ciò che dicesi da Virchow *legge della sostituzione istologica*, e base n'è l'altra *dello sviluppo continuo* o della metamorfosi diretta dell'uno nell'altro tessuto. Il così detto tessuto congiuntivo si metamorfosa direttamente in tessuto cartilagineo, nell'elastico, e mediatamente nell'osseo, come nell'ordinaria formazione dell'ossa, traversando il periodo osteogeno. Il tessuto osseo può supplire il congiuntivo nei tendini degli arti degli uccelli; altresì nella sclerotica, che è fatta nei mammiferi da connettivo, e nei pesci, come nel pesce spada, è ossea; od anche nella pelle, il cui connettivo è rimpiazzato dall'osso in certi animali. Il tessuto osseo medesimo sostituisce il cartilagineo, come nella cartilagine delle coste, nel setto nasale, ecc.

La sostituzione istologica è per Virchow una vera *morfologia progressiva* o se si vuole anche una *transustazione* (Vetter e Burdach); giacchè la forma essendo una conseguenza della na-

tura peculiare dell'elemento, bisogna che questo cangia perchè la forma differente ne potesse susseguire.

Ed è in tal guisa accettata dalla quasi unanimità degli scienziati, meno la scuola francese, di cui *Robin*, che è certamente il più illustre rappresentante, fa un significativo contrasto difendendo ancora una sostituzione per *genesì libera*, cioè per l'organizzazione del *blastema* prodottosi da liquefazione degli elementi preesistenti. Non è qui il luogo di dimostrare l'inesattezza di questa dottrina; ma posso però sin da ora dire che in ogni tempo non ha avuto mai ragione di esistere perchè non poggiata su osservazioni dirette e positive, e molto meno ora che le splendide e positive conquiste della dottrina cellulare hanno sostanzialmente rinnovata la scienza.

Quando *Virchow* stabilì la sua legge, avea ancora molta riputazione quella di *Reichert* sulla *continuità dei tessuti*. Partendo *Reichert* dalla massima che quando due o più parti sono continue appartengono allora ad un intero tutto, stabilì che la cartilagine, il periostio, l'ossa, i tendini ecc. formavano un gruppo solo di sostanza fondamentale, la *sostanza connettiva*, « la quale in diversi luoghi subiva certe modificazioni, senza che per altro il carattere del tessuto, come tale, sia abolito. » Oggigiorno resta il gruppo di sostanza congiuntiva come uno dei meglio stabiliti, ma non è vissuta contemporaneamente la sua legge; giacchè le ricerche che si posseggono insegnano, che non solo il connettivo, l'osso, il cartilagineo sono tra essi riuniti per intima riunione; bensì ancora il connettivo coll'epitelio della mucosa olfattoria e della mucosa intestinale; il connettivo colle fibre nervose (*Kühne*); le fibre nervose colle cellule epiteliali glandolari (*Pflüger*), colle fibre muscolari, e queste col tessuto connettivo. Sicchè la legge di *Reichert* per determinare il primo gruppo si è abbandonata.

B) Il secondo gruppo o tessuti di cellule abbraccia i tessuti: *epiteliale, corneo, glandolare*. Essi sembrano fatti di cellule situate l'una accanto all'altra senza distintissima sostanza intermedia (*carattere morfologico*) e perciò si chiamano ancora tessuti di cellule nel senso moderno, ed anche detti tessuti di cellule autonome. Gli epitelii formano in generale strati membranosi che rivestono le libere superficie del corpo. Ma si approfondono a guisa ancora di membrane in spazi o cavità fatte da tessuto connettivo, e costituiscono allora il tessuto o i tessuti glandolari. In massima

tessuti del gruppo in parola o mancano di sostanza intercellulare, e ciò è il caso in particolare dei tessuti ghiandolari; o pure l'hanno e molto poco sviluppata, e questo è il caso dei tessuti epiteliali. Bisogna fare soltanto eccezione per alcuni punti nei mammiferi, coma ad esempio il tessuto corneo dello zoccolo dei solipedi, ove la sostanza intercellulare è molto sviluppata, il tessuto epiteliale della mucosa linguale, lo strato epiteliale della cornea trasparente che del resto la presenta molto meno marcata del tessuto corneo, ma certamente visibile, ed in generale i tessuti epiteliali nei batracii. Tra gli epitelii ed i tessuti di congiuntivo si nota in ciò proprio un' opposizione, giacchè mentre in questi la sostanza intercellulare n' è il costituente generale dei tessuti, nei primi le cellule vi predominano sempre ed in modo marcato, di talchè la sostanza intercellulare si limita quasi ad incollare l' une all' altre le cellule. Io debbo chiamare un pò soverchiamente l' attenzione su questo argomento, per ovviare all' errore di coloro che hanno creduto i tessuti di cellule nel senso moderno privi affatto di sostanza intercellulare, ed al pregiudizio di quegli altri che si sono creduti in dritto di spezzare una lancia contro la classificazione di *Virchow* sol perchè s' sono accorti che vi ha uno strato di sostanza intercellulare nei tessuti epiteliali! *Virchow* certamente non negava la sostanza intercellulare, nè tampoco dava importanza a questa aggregazione cellulare più di quello che si meriti in effetti un carettiere esterno e quindi accidentale.

I tessuti epitelici provengono dai due foglietti, superiore ed inferiore del blastoderma, e dal particolare sviluppo di essi si generano i tessuti ghiandolari (*carattere embriologico*). *Kölliker* e *Remak* hanno singolarmente il merito di aver dimostrato l' origine dei tessuti ghiandolari e delle glandole, ed oggi è cosa facile osservare lo sviluppo delle glandole cutanee ed intestinali nel modo indicato; cioè le cellule epiteliali proliferano e s' infossano, poi a poco a poco si circondano di connettivo di vasi e di nervi e così si formano le principali glandole. Inoltre si possono sviluppare in modo particolare e danno le fibre del cristallino (*Vogt, Remak*), e i prismi dello smalto.

L' ufficio principale dei tessuti del secondo gruppo è il secreto-rio (*carattere fisiologico*), e servono di rivestimento e di protezione alla superficie del corpo ed a quella delle libere cavità.

Infine possono le differenti specie di epitelio l' un l' altra sostit-

tuirsi (*carattere sostitutivo*) e sempre nei limiti fisiologici. « Un
« luogo nel quale riscontrasi epitelio pavimentoso; una superficie
« che a principio offriva epitelio vibratile, può in seguito mostra-
« re comune epitelio. Così alla superficie dei ventricoli del cer-
« vello dapprima incontriamo epitelio vibratile, più tardi epitelio
« pavimentoso. La mucosa dell' utero è provveduta di epitelio vi-
« bratile, ma nella gravidanza è surrogato da uno strato di epite-
« lio pavimentoso. In luoghi nei quali esiste un molle epitelio
« formasi epidermide, per esempio nel prollasso della vagina, nel
« laringe. » (1)

Gli epitelii si distinguono in *semplici* e *stratificati* a seconda che sono fatti da un solo o da più strati di cellule; ed in *pavimentoso*, se le cellule sono di varia forma e massima poligonale; *cilindrico* se sono coniche; e *vibratile* se alla periferia per tutta o per parte vi siano attaccati ciglia vibratili. Bisogna avvertire che negli animali superiori sono le cellule vibratili coniche e fornite di ciglia soltanto alla base.

C) In ultimo vi è il terzo gruppo, che comprende i tessuti a singolare organizzazione e si trovano soltanto negli animali, onde sono detti tessuti animali o superiori. Per i loro caratteri giova qui ripetere il Virchow. « I tessuti di questo gruppo non hanno una reale affinità reciproca, come si osserva tra l'epitelio ed il tessuto connettivo. La loro mutua corrispondenza è più fisiologica, formando essi i *tessuti animali superiori*, i quali si distinguono dagli inferiori per la loro specifica struttura e funzione. Si mostrano specialmente molti di essi, quali formazioni insieme riunite in forma di canali. Infatti se si paragonano i muscoli, i nervi ed i vasi fra loro si può di leggieri rappresentare che formano veri canali ripieni di un contenuto più o meno mobile. Ma questa idea per quanto sia facile a sorgere esaminando la cosa superficialmente, non può soddisfare non potendosi raffrontare il contenuto dei diversi canali l'uno con l'altro. »

« Il sangue contenuto nei vasi non si può considerare come analogo all'asse cilindrico, o alla midolla dei nervi o alla sostanza contrattile dei muscoli. Si deve inoltre osservare che lo sviluppo dei tessuti, compresi in questo gruppo, è ancora soggetto di grandi quistioni, perciòchè la dottrina della sem-

(1) Virchow. La Patologia cellulare. Capitolo terzo.

« plice struttura cellulare della maggior parte di questi tessuti è
« ben' altro che dimostrata. Pertanto sembra esser certo che esa-
« minando questi tessuti i globuli del sangue sono altrettante
« cellule al pari delle singole parti della parete dei vasi en-
« tro cui scorre il sangue; e che non si può considerare il vaso,
« come un canale che contenga i globuli, o come una membrana
« cellulare il suo contenuto. È perciò necessario che nei vasi sia
« separato il contenuto dalle loro pareti, e però non si può
« ammettere somiglianza di essi coi nervi e colle fibre musco-
« lari. » (1)

Riepilogando ora tutto quello che siam venuto esponendo intorno le basi delle classificazioni dei tessuti a traverso i tempi e la storia, noi possiamo stabilire che vi ha a distinguere a questo riguardo due grandi periodi, l'uno che comincia con *Galeno* e termina con *Bichat*, e l'altro iniziato da *Treviranus*, *Dutrochet*, si continua con *Schwan*, *Müller*, *Remak*, *Kölliker* e termina a *Virchow*. Durante il primo senza il soccorso del microscopio si classificarono organi e non tessuti, e nel secondo si presero giustamente a guida le parti elementari. *Galeno* si servì del solo criterio anatomico, e della rassomiglianza o dissomiglianza esterna delle parti. Ciò era erroneo, ma non certamente ai tempi suoi. *Bichat* col criterio anatomico sviluppò il fisiologico per aggruppare le parti dell'organismo, e formerà mai sempre ciò la sua gloria ad onta che la sua classificazione non fosse più accettabile. *Virchow*, infine, allontanandosi da *Schwan* ed altri, che sotto sopra avovano ripetuto per via microscopica l'errore galenico, profittando di tutti i progressi fatti, sviluppa nella sua classifca col criterio anatomico e fisiologico, l'embriologico, d'onde promana la legge dello *sviluppo continuo*, e l'altra della *sostituzione e dell'equivalenza istologica*.

IV.

Per quanto riconoscessimo ottime le basi, anzi le sole possibili, della classificazione di *Virchow*, tanto maggiormente ci permetteremo di esporre alcune riflessioni sulle conseguenze che ne derivano, e che forse è oramai tempo di correggere.

Il sangue è per *Virchow* un tessuto, come lo è stato da *Dutro-*

(1) *Virchow* L. c. Capit. 2.

chet in poi per la maggioranza degli istologi e dei fisiologi. Fu Dutrochet che infranse la barriera eretta dagli antichi sistematici (umoristi e solidisti) tra i solidi ed i liquidi dell'organismo, e generalizzando il globulo, fatto da una membrana e da un contenuto liquido, come l'elemento di ogni parte organizzata, ritenne i solidi come *aggregati di globuli avendo solidità*, ed i liquidi come *degli aggregati di globuli disassociati* (1).

Ma il sangue in realtà non è un tessuto: manca del precipuo carattere della *fitazione* o riproduzione colle medesime proprietà che è certamente una qualifica indispensabile del tessuto *specifico*, nè tampoco pare che abbia le qualità dello stesso tessuto *transitorio*.

Per l'opposto il miglior concetto che si possa avere del sangue ci pare sia quello di ritenerlo come *il prototipo di tutti i liquidi di secrezione interna*. Il concetto non è nuovo nè è assolutamente fuori di obiezioni quando si rifletta ai caratteri negativi; ma ci pare, per le ragioni scientifiche che andremo svolgendo, più esatto, e d'incontestabile utilità per intenderne i fenomeni della vita sana e malata.

Prima, però, di passare a provare l'azidetta proposizione, una questione preliminare si presenta al nostro esame, cioè a dire: quali sono i rapporti tra sangue e linfa e come questa non è altro se non uno *stato transitorio* del primo od in altri termini un periodo *embrionale del sangue*.

La linfa non devesi soltanto considerare come il prodotto residuale del plasma trasudato dai capillari sanguigni per la nutrizione e le funzioni degli organi; si bene come il risultato dell'attività formativa e secretiva degli organi in generale, dell'assorbimento dei materiali digestivi (chilo ecc.) e dell'esuberanza o residuo del plasma trasudato. La formazione n'è continua, eccetto le oscillazioni in più o in meno in rapporto all'attività dei vari organi, e continuamente giunge nel sangue. Le sostanze che vi arreca sono chimiche e morfologiche, e notiamo tra quelle il fibrinogeno, il grasso, le sostanze minerali, e per le seconde, leucociti in abbondanza, una

(1) Dutrochet. *Memoire pour servir à l'histoire anatomique des plantes et des animaux*.

Schwann fece del sangue nella sua classificazione dei tessuti una categoria a parte: tessuti a cellule isolate, indipendenti, che nuotano in un liquido. *Mikroskopischen Untersuchungen*. 1836.

parte dei quali in differente grado di pigmentazione ematica, e cellule sanguigne belle e formate. La destinazione fisiologica della linfa è di grande importanza; ringiovinisce il sangue pressochè in tutta la parte corpuscolare, e per una certa porzione nelle sostanze chimiche. In conseguenza non serve soltanto come un'appendice nel *ricambio materiale dell'organismo*, nè tampoco ha un'ufficio ignoto; ma ha il compito importantissimo di *rinnovare il sangue*, o di esserne, meglio, il *primo stadio di sviluppo e di evoluzione*.

Egli è da convenirsi che la generalizzazione di queste idee e di queste sane considerazioni sul significato della linfa va in gran parte dovuta alla Patologia cellulare. Solo è da stupire che mentre tali legami si stabilivano tra l'uno e l'altro, pure la linfa si riconosceva come un liquido di secrezione ed il sangue un tessuto!

Premesso ciò ritorniamo al quesito; il sangue è il *prototipo delle secrezioni interne*.—Il luogo di elaborazione è tutto l'organismo, e particolarmente il così detto tessuto connettivo *oglandula diffusa*, l'apparecchio linfogeno nel suo più largo senso, od apparecchio *linfogeno ed ematopojetico*.

La secrezione non è più da intendersi nel senso di una separazione dell'epitelio glandolare. In cambio nel suo più largo senso abbraccia un'elaborazione chimica o morfologica a spese del sangue stesso.

La secrezione morfologica del sangue è fatta dal tessuto germinativo (connettivo) sparso per tutto il corpo, e particolarmente dalla forma adenoide dello stesso che si trova singolarmente nell'intestino ed in qualche altro organo, e nelle glandole linfatiche sia formando aggruppamenti semplici e sparsi nelle pareti degli organi (follicoli solitarii dell'intestino, placche di *Peyer*, follicoli della base della lingua, le glandole tracomatose della congiuntiva), sia aggruppamenti complessi od organi speciali quali le glandole linfatiche, la milza, il timo ecc.

La forma, sotto cui vengono elaborati i corpuscoli rossi del sangue, è fa leucocitica, ed i leucociti passano a globuli rossi inizialmente nelle glandole linfatiche, siccome si è dimostrato singolarmente nella milza, e poscia continuano nella linfa (1), e nel sangue in particolar modo attraversando certi organi (la milza ed il fegato).

(1) Vedi il mio articolo: Sui corpuscoli rossi del sangue nella linfa e sul loro sviluppo dai bianchi. *La Medicina*, 21 Maggio 1866.

La cromasia dei leucociti comincia dal nucleo nei mammiferi e si propaga al rimanente. Accompagna questo cambiamento chimico quello morfologico: il globulo bianco passa a forma discoidale, che è propria quella del rosso in tutti i mammiferi, eccetto i camelidi.

L'identità dei leucociti e dei corpuseoli di congiuntivo (forma mobile) è indubitata, stando ai caratteri morfologici, chimici e vitali. Questi passano direttamente nella linfa mercè le comunicazioni dell'origine dei linfatici colla rete dei canali umoriferi. *Reklinghausen* che metteva in luce questo fatto spiegava molte incertezze od appunti che la scuola di *Robin* faceva a *Virchow*. L'istologo francese non ammetteva la genesi dei leucociti nella glandole linfatiche, giacchè li trovava nella linfa innanzi che questa avesse attraversata organi linfatici. Oggi s'intende la provenienza dei suddetti leucociti e s'illustra altresì l'ufficio degli organi linfogeni, la cui importanza non si può negare che sia stata rilevata dal celebre Patologo di Berlino.

L'elaborazione poi delle parti chimiche, ad eccezione di quelle sostanze che si trovano nel sangue venute da fuori e rappresentanti una parte di quelle introdotte per la via dell'intestino e di altri organi, è fatta probabilmente da tutto l'organismo e da certi organi in particolare. È più che probabile che il fibrinogeno sia il prodotto dell'attività delle cellule, cioè di origine locale, senza già che si voglia negare che possa prodursi nel sangue stesso. Questa supposizione che non reggeva sino a poco tempo dietro, giacchè non era dimostrata l'effettuazione di processi di ossidazione nel sangue stesso, ora grazie ai lavori di *Schmidt* comunicati all'Accademia di Lipsia (!) e che l'hanno dimostrati, questa supposizione è già possibilità. Gli albuminati possono essere in parte il prodotto dei parenchimi. Incontestabilmente poi lo è lo zucchero, e particolarmente nel fegato, nella placenta, nei muscoli nella vita fetale e nei tessuti neoformati secondo le ricerche di *Kühne*; lo stesso puossi dire per parte del grasso.

Cosicchè in riassunto il sangue o è un elaborato dell'organismo, e ciò per tutta la sua parte morfologica e per una porzione della chimica, o è il prodotto dell'introduzione in sostanza di materie liquide o gassose per la via intestinale, respiratoria e cutanea. Ad

(1) *Alex. Schmidt*, Über die Kohlensäure in den Blutkörperchen.

ogni modo è sempre un liquido di secrezione morfologica e chimica; liquido intermedio tra il mondo esterno e gli organi, sia per quello che vi giunge direttamente dal primo, sia per quello che questi vi versano e che deve essere eliminato.

Questo concetto del sangue non ci pare indifferente per la fisiologia, nè di nessuno significato per la patologia. Le dottrine della localizzazione delle discrasie e dell'infezioni, ritenendo il sangue come un prodotto di secrezione, hanno il loro fondamento logico, oltre quello che promana dalle osservazioni e dall'esperienza. Il sangue non può durevolmente alterarsi se non quando ne sono alterati i laboratorii, e gli emuntoj di escrezione dei principii riduttivi dell'organismo.

D'altra banda non si menoma perciò il suo valore funzionale. Il sangue dà agli organi lo stimolo od i mezzi di vita, e ritenendolo liquido di secrezione non si distrugge il concetto biblico formulato stupendamente da Mosè ed accettato dalla scienza considerandolo un tessuto: « la vita del corpo è nel sangue finchè il sangue vive » (1). Il sangue però come è il veicolo indispensabile per la vita, n'è il più ordinario per apportare la morte in condizioni inormali ad una parte od a tutto l'organismo, e ci spieghiamo perciò, come realmente questo liquido di secrezione « *sia un succo tutto particolare* » (Blut ist ein ganz besonder Saft. Goethe).

V.

Escluso una volta il sangue dai tessuti, i vasi capillari non possono più restar compresi nei tessuti superiori, fra i quali invero non sarebbero stati mai annoverati senza una supposizione molto larga ed ardita; ma bisogna riconoscere che non è senza imbarazzo assegnargli oggi un giusto valore istologico.

Fino a sei anni sono le conoscenze che si possedevano sui capillari si limitavano a ritenerli fatti da una membrana anista sparsa di nuclei, ed elastica. Qualcuno aveva eredito di vedervi dei fenomeni contrattili in seguito all'azione degli irritanti, ma si consi-

(1) Mosè lib. III. XVII; e nel libro V, XII, 23 con frase anche più espressiva dice: *Il sangue è l'anima, ecco perchè tu non mangerai l'anima colla carne* (da una conferenza di Virchow).

deravano dai più come risultati incerti di mal sicure esperienze ed osservazioni.

Stricker ha il merito di aver sollevata e fatta viva la quistione della struttura dei capillari; ed i fatti che si sono venuti di poi conquistando hanno pressochè confermato le sue primitive supposizioni, e le sue esperienze ed osservazioni consecutive. *Stricker* adunque nel principio del 65, dopo che ebbe osservato il cangiamento sostanziale di forma dei capillari, posò il dilemma se era il caso di modificare le idee che si sono possedute sulle membrane senza struttura, o pure di negare che realmente i capillari siano fatti di parete senza struttura (1). *Aeby* (2), *Auerbach* (3) ed *Eberth* (4), dopo poche settimane soltanto dalla comunicazione di *Stricker* indipendenti l'uno dall'altro, giunsero a stabilire che i capillari sanguigni son fatti da cellule appiattite insieme congiunte, i cui margini diventano visibili mercè il trattamento all'argento, ed *Aeby* ed *Eberth* giunsero proprio ad isolarle mercè macerazione nella potassa. Di talchè ne conchiusero che il sangue scorre per così dire tra le cellule.

Se si ripetano le pruove di *Aeby*, *Auerbach* ed *Eberth* effettivamente si ha ad osservare delle apparenze che vi parlano in favore di una struttura multicellulare dei capillari; ma se si estendano le ricerche coi metodi che direi fisiologici, cioè coi metodi che conservano vivi i capillari, i risultati che si ottengono difficilmente si potrebbero concordare con la struttura svelataci dal trattamento all'argento.

Così se si esamina alla camera umida un pezzo di corpo elinotante di un animale che è stato esposto per 3 o 4 minuti ai vapori di ammoniaca si osserveranno i capillari ebe per lo spazio di 5 a 6 minuti hanno già subito un pajo di contrazioni e di allargamenti successivi pel passaggio dei globuli sanguigni. *Stricker* trovava come irritante più propizio l'elettricità, e sotto l'impiego di questa si ha ad osservare molte volte e sussecutivamente il restringimento e la dilatazione di un tratto di capillare. Il restringimento segue immediatamente alla chiusura della catena. I capillari che più si prestano sono quelli della coda dei girini di rana, e *Stricker* ha potuto, agendo su una rete di questi, mettere in movimento ed eccitare la contrazione dei capillari una volta con

(1) Sitzungsberichte der Kais. Akadem. der Win. 1865.

(2-3-4) Centralblatt. N. 12, 13, 14. — 1865.

irritanti chimici, un'altra con irritanti elettrici, e la terza anche per azioni meccaniche. Col movimento cangiano aspetto i capillari: i loro limiti, da marcati che sono, spariscono e tutto il tratto del capillare diviene pallido, finchè dopo i dieci a venti minuti ritornano di bel nuovo visibili. Coll'irritazione elettrica continuata i vasi sono sempre pallidi. I cangiamenti di apparenza adunque coi movimenti sono indizii di vita.

Le obiezioni intanto che si possono fare ai fatti suesposti, e per le quali i movimenti dei capillari si possono ripetere dalle contrazioni dei corpuscoli germinativi interstiziali, o da altre parti, svaniscono quando si esaminano i fatti significanti della contrazione dei capillari inizialmente ramificati della stessa coda del girino od anche dei focolaj infiammatorii degli animali superiori. In effetti nella coda del girino vi sono i noti vasi con prolungamento o digitazioni a fondo chiuso ritenuti dal *Kölliker* come vasi linfatici colla loro origine. Però i vasi sanguigni portano altresì nella coda del girino le stesse digitazioni, ed è notevole che sotto l'azione di un irritante queste si ritirano sino a divenire il capillare interamente liscio, e quindi di bel nuovo dentato. In questi punti le pareti sono spesse, con nuclei ed hanno tutta l'apparenza del protoplasma. Gli stessi capillari ed i medesimi effetti si sono osservati negli animali superiori, ma però in condizioni patologiche. In ogni modo fanno certa la nozione che realmente i capillari sono contrattili, ed han potuto far dire a *Stricker* che i vasi capillari siano dei tubi di protoplasma, o del protoplasma (1) conformato a tubo, nel cui interno corre il sangue il quale perciò ha un corso intracellulare.

L'elemento adunque del tessuto capillare sarebbe il tubo ramificato con chiazze di protoplasma, nel cui centro vi sarebbe un nucleo. Ricordando qui l'idea di *Aeby*, *Auerbach* ecc. sulla struttura dei capillari parrebbe che non ci è nel fatto quella differenza tra i risultati del metodo all'argento e di quello della camera umida, giacchè le cellule di questi signori sarebbero appunto le masse di protoplasma su anzidetto. Però quando si considerano i fatti di riproduzione dei capillari, e che esporremo più giù, ed il valore fisiologico dei suoi nuclei, si fa sempre più importante e marcato il distacco che *Stricker* stesso ha voluto che si fosse notato tra le

(1) Si noti che oggi s'intende per protoplasma in generale la sostanza contrattile, e si adopera quindi in cambio di *sarcode*.

sue conclusioni e quelle dei suoi avversarii; cioè a dire per *Eberth*, *Auerbach* ed *Aeby* il sangue si sarebbe dovuto considerare come liquido *intercellulare*, mentre per *Stricker* è *intracellulare*, o in altri termini corre il sangue a traverso una cellula tubulare.

I tubuli capillari sono le vie dell'irrorazione sanguigna nei tessuti e negli organi, e fanno solidale la connessione delle parti dell'organismo. Le loro pareti permettono agevolmente il passaggio al trasudato plasmatico che deve nutrire gli elementi in generale, e dare ad essi i materiali della funzione; ma ciò che è più significante, abbenchè integri e completi, pure possono permettere la fuoruscita dei globuli del sangue senza che ci fosse lacerazione di sorta; fuoruscita osservata già da *Stricker* ed applicata splendidamente ai fenomeni morfologici dell'infiammazione da *Conheim* e dai suoi seguaci. Attendendo che le conquiste future ci venissero a dire quale è la parte che ha nei fenomeni nutritivi normali questa emigrazione dei globuli sanguigni, e propriamente dei leucociti, oggi deve la scienza cercare d'intendere questo passaggio. Ed è facile ad intenderlo; giacchè se è protoplasma la sostanza dei capillari, cioè analoga a quelle che forma i leucociti, e suoi analoghi (corpuseoli linfatici, germinativi, globuli del pus ecc.) deve poter permettere il passaggio dei corpuseoli sanguigni senza lacerazione, come precisamente senza lacerazione granuli di carminio sottilmente polverizzato, di bleu di Prussia, o di anilina ecc. entrano nei suddetti elementi e ne sono cacciati sotto contrazione tetanica della propria massa. L'emorragie per *diapedesi* degli antichi, cioè senza rottura, restano spiegate. Inoltre i tubi capillari secondo *Stricker* coi loro nuclei contribuiscono al rinnovamento dei globuli sanguigni (1), e nello stato patologico possono altresì dare fibre e sfere granulose. Frattanto un altro modo è più generalmente adottato per spiegare la fuoruscita dei leucociti dai capillari. Ammessi che risultano da cellule epitelioidi, od anche dette endoteliche, queste lascierebbero degli stomi tra loro, o lacune intercellulari, attraverso le quali ne avverrebbe facilmente il passaggio.

(1) Schwann aveva già ammessa la genesi dei corpuseoli del sangue dalle cellule dei capillari. Mikr. p. 183.

E Remak nella sua opera § 49 scrive al proposito: Manche Wandzellennagen so stark in die Gefäßhöhle hinein, dass der Gedanke an die Entstehung von Blutkörperchen aus abgelösten Wandzellen nahe liegt.

La genesi o la riproduzione dei capillari che pareva interamente assicurata fa sorgere oggi dei dubbii. Si ritiene che possa provenire dal tessuto germinale, o 1. che i suoi corpuseoli si dispongono in serie e sono indi penetrati dalla corrente sanguigna; o 2. che i corpuseoli germinativi anastomizzati e considerati nel senso di *Virehow* e *Donders* si uniscono coi capillari, ed indi si distendono nelle loro pareti; ed in 3. luogo che possano i capillari provenire dai preesistenti; e si nota, nei punti in cui ha luogo l'allungamento iperplastico dei vasi, nei capillari allungati una dilatazione aneurismatica, delle escrescenze a guisa di bottoni o di gemme in più o men grande quantità; è possibile che anche le sinuosità di diversi capillari si congiungano tra loro e che potessero così concorrere all'allungamento dei vasi, però mancano su tal proposito osservazioni ancora soddisfacenti » (1). Dei tre modi oggi il terzo pare il più assicurato. Quei prolungamenti o proecsi contrattili sono ritenuti da *Stricker* come principio di moltiplicazione dei capillari; e non vuole ciò limitare alle rane ma l'estendere ancora agli animali superiori ove gli stessi fatti ha osservato; anzi ha potuto notare nei casi di neoformazione in mezzo ai capillari con digitazioni più o meno sviluppate dei cordoni che passano tra due capillari nella cui vicinanza cominciano ad imbuto e diventeranno più tardi vasi capillari.

Degli altri due modi, lasciando il primo che non si fa facilmente spiegare, il secondo non è ammissibile senza difficoltà come potrebbe pensarsi, e come lo si fa generalmente. Già *Schwann* aveva nel suo Sistema considerato i capillari provenienti da cellule che, asserendosi l'una appresso dell'altra, avrebbero dopo la fusione della parte della parete in mutuo contatto costituiti dei tubi. Di poi *Virchow* e tutti i numerosi suoi seguaci, considerando i corpuscoli così detti connettivi in connessione tra essi mercè i loro proecsi, hanno ritenuto le pareti di questi come quelle dei tubi capillari quando in essi si sarebbero metamorfosati. Ma dato e non concesso che i corpuscoli di congiuntivo formassero in sostanza una rete cava, è buona scienza ammettere che le pareti cellulari possono crescere e presentare fenomeni contrattili?

Bisogna rimettere ad ulteriori progressi la soluzione sicura di

(1) Föster. Anatomia patologica. Parte generale p. 189 Traduz. del Moule.

questi quesiti, e la determinazione perentoria del valore istofisiologico dei capillari.

Ad ogni modo però se oggi puossi avere un'opinione intorno ad essi, si è quella certamente che i capillari formano un tessuto, il cui elemento è il tubo ramificato, ed i maggiori caratteri istologici, fisiologici e meccanici sono per farlo ritenere un tessuto congiuntivo.

VI.

Ma andando innanzi nelle nostre riflessioni non ci par giusto come si formula o si applica il valore funzionale del così detto tessuto connettivo.

È essenzialmente erroneo ora volerne apprezzare il solo ufficio meccanico, e contentarsi di ritenerlo come tessuto di sostegno e di connessione, siccome troppo chiaramente il suo nome indica, e siccome generalmente si accetta.

È insufficiente poi associarvi l'altra funzione di distribuire il plasma nutritivo in quegli organi singolarmente sforniti di ricco sistema capillare come ad es. i tendini, e di rappresentare così i *vasa serosa* che non esistono.

Sebbene oggi giorno non è più generalmente ritenuta l'opinione di Virchow che siano i corpuscoli quelli, che costituiscono una rete canaliculata, ma si bene i *canali umoriferi*; ciò non pertanto è sempre vero che il così detto tessuto congiuntivo formi come un sistema appendicolare alla circolazione, un sistema irrigatorio del plasma propriamente detto nutritivo. Solo non è egualmente vero che il congiuntivo si abbia questi soli uffizii.

Il congiuntivo è, secondo l'idea sviluppata prima da His, una vasta glandola sparsa per tutto il corpo, e per quello che abbiamo già detto i lavori splendidi di Recklinghausen l'hanno sempre più confermato. Quali siano i prodotti morfologici ed i chimici non abbiamo qui ad occuparcene, avendone detto abbastanza sopra.

Ma il congiuntivo è un vasto tessuto germinale sia nella vita fetale che nell'extrauterina. È più che probabile che il corpo mucoso del Malpighi in senso largo sia in parte il prodotto della metamorfosi del tessuto connettivo sottostante in entrambi i periodi della vita. Sebbene tra l'uno e l'altro non vi sia quel graduale pas-

saggio da imporsi alla mente e da non far sorgere più dubbii sulla realtà del fatto; sebbene questo contrasto sia stato sfruttato da *Tiersch* appunto per oppugnare questa genesi del corpo mucoso; pure senza voler sforzare i fatti e stando in essi questa metamorfosi del connettivo è più che probabile. Le conoscenze sui movimenti di totalità dei leucociti ci insegnano come essi migrano, e secondo i differenti stimoli così si conformano e funzionano; di talechè i limiti del corpo papillare cutaneo possono essere ben netti e separati da quelli dell'epitelio soprastante e ciò non pertanto gli elementi di questo essere quelli del connettivo emigrati e metamorfosati. Senza dubbio poi pare che nei fatti di rigenerazione di epitelio interamente distrutto su una data regione vi partecipi non solo l'epitelio del corpo mucoso vicino, quant'anche il connettivo sottostante.

È il connettivo sottostante che si metamorfosa e dà l'epitelio cilindrico che ricovre l'intestino ed in generale le membrane mucose e sicrose. È il connettivo infine della vescichetta di Graaf che pare partecipi allo sviluppo di quel neoplasma fisiologico che è il corpo giallo, ed anche per la sua parte si trasforma perciò in cellule epiteliali.

Queste metamorfosi del corpuscolo connettivo non si estendono agli epitelii. È assicurato che la genesi delle fibre muscolari nella vita embrionale stà nella trasformazione dei corpuscoli plasmatici o connettivi, ed è più che probabile che da essi in gran parte dipende l'accrescimento dei muscoli. Le osservazioni di *Vittich* provarono che in autunno e durante il sonno invernale delle rane si verifica un'estesa rigenerazione di fasci muscolari dai corpuscoli del connettivo interstiziale, e *Deiters* ed altri questa stessa rigenerazione l'hanno dimostrata nelle riparazioni di parte amputate ai batracii sia nello stato di larva (coda del girino, *Deiters*), che nell'adulto.

Anche le fibre-cellule muscolari si sviluppano dai corpuscoli di connettivo, e datano da qualche tempo le ricerche di *Külliker* sull'aumento numerico degli elementi muscolari dell'utero per neoformazione dai corpuscoli del congiuntivo.

Sono del pari assicurate le osservazioni sullo sviluppo delle parti nervose nell'embrione dai corpuscoli così detti plasmatici od embrionali e si hanno sufficienti fatti per non dubitarne nei periodi della vita extrauterina.

I studii sulla rigenerazione dei nervi hanno insegnato che i monconi di un nervo reciso quando restano ad una conveniente distanza, compresa sotto 3", si saldano e perciò si ristabilisce la loro funzione, cioè la conducibilità. Senza qui occuparci di tutto quello che avviene, giacchè non è il caso, dobbiamo badare alla rigenerazione che in ogni modo accade di fibre nervose per restituire al nervo le sue proprietà. Ebbene questa rigenerazione si avvera oltre per i nuclei della guaina di Schwann anche in parte per i corpuscoli del connettivo. Sono antichissime le osservazioni di cicatrici degli organi cerebrali nervosi con ristabilimento delle primitive proprietà, ed anche antiche ne sono le esperienze. *Arnemann, Flourens, Brown-Sequard, Schiff* hanno visti nei conigli, negli uccelli ecc. rigenerarsi la midolla spinale ed anche qualche parte dell'encefalo.

Ora sebbene l'intimità di questo processo di riparazione non è noto, ciò non pertanto non è improbabile che anche qui il tessuto connettivo intermedio vi prende la sua parte.

Queste metamorfosi del connettivo e nei limiti della fisiologia lo in parte posso dimostrarveli. Fra i preparati che vi presento avrete ad osservare la genesi del tessuto muscolare e nervoso in un feto equino a sei mesi: in tagli poi completi di arti fetali da una parte si notano i rapporti del connettivo col corpo mucoso del malpighi, e dall'altra quelli del primo colle parti cartilaginee in qualche punto queste in via di ossificazione; e nei preparati sull'ovaja di cavallo di gatta ecc. potrete osservare il corpo luteo sia in via progressiva che regressiva ed i rapporti che vi si marciano nelle due fasi tra il connettivo e l'epitelio.

Ora raggruppando credo che i fatti su esposti conquistati per una lunga serie di osservazioni e da una non meno numerosa falange di osservatori parlano assai in favore della proprietà germinale del tessuto connettivo.

L'idea di questo meraviglioso e proteiforme tessuto è incompiuta ed inesatta quando si voglia limitare alla sua funzione meccanica (tessuto di sostegno ed apparecchio d'irrigazione); l'idea vera si ha nella sua proprietà *germinale*, nel suo più largo senso, giacchè il così detto congiuntivo dà tutti i tessuti del corpo, e perciò è meglio d'ora innanzi di chiamarlo *tessuto germinativo*. Già *Virchow* in varii dei suoi lavori si è qualche volta servito di questa qualifica pel tessuto congiuntivo; altri ancora or quà or là lo

hanno adoperata, perchè non seguirne l'esempio quando importi precisione di linguaggio ed utilità alla scienza?

È la proprietà germinale o germinativa del così detto tessuto connettivo che forma la base della Patologia cellulare, e l'averla scoperta ed ampiamente dimostrata è il principale merito dei lavori di Virchow. Il tessuto germinativo è l'uovo della Patologia, e con un'attività prodigiosa è la sorgente di tutte o quasi tutte le neoformazioni patologiche. La legge dello sviluppo continuo e dell'equivalenza istologica sono l'espressione esatta di questa generale metamorfosi del tessuto germinativo, e racchiudono tutte le questioni di genesi delle nuove produzioni patologiche.

È per questa stessa proprietà germinativa che i rapporti ed i caratteri embriologici, comuni al connettivo ed ai tessuti del primo gruppo, si devono estendere tra il connettivo e tutti i tessuti. Non è più soltanto il tessuto cartilagineo, l'osseo, l'elastico ed il dentario che promanano dal tessuto germinativo; ma altresì i tessuti, epiteliale e glandolare, nervoso e muscolare. Ed inoltre non soltanto quelli del primo gruppo possono ritornare dopo un ciclo di metamorfosi ai corpuseoli germinativi; ma questo stesso ritorno si avvera probabilmente coi tessuti epiteliali ed anche col nervoso e muscolare in condizioni speciali. Cosicchè se vi è da apportare una modifica, o meglio un miglioramento alla classifica dei tessuti che attualmente possediamo, io credo che dev'essere sulle idee che emanano direttamente dai progressi della scienza, e che fin qui sono venute svolgendo.

A parte il sangue che è un liquido di secrezione, il tessuto fondamentale, il tessuto germe è uno, il tessuto germinativo, il quale nelle sue progressive metamorfosi, determinate queste da stimoli vari, la cui natura, forza ed estensione oggi non conosciamo, dà tessuti che pei loro caratteri morfologici e funzionali si riducono ai seguenti:

	1° Tessuto cartilagineo
	2° « « osseo
	3° « « dentario
Tessuto germinativo (l. fondamentale)	4° « « capillare
	5° « « epiteliale
	6° « « glandolare
	7° « « muscolare
	8° « « nervoso.

Per comodità si possono riunire nei tre gruppi: 1° tessuto di sostanza congiuntiva, 2° tessuti epiteliali, 3° tessuti superiori.

Se il criterio di *Reichert* potesse accettarsi in tutto il suo valore, se la continuità dei tessuti valesse a determinarne la loro intimità, allora per le ragioni opposte a quelle per cui si è eliminato dalla qualifica generica de' tessuti congiuntivi, qui si dovrebbe accettare.

Il tessuto germinale è una vasta rete che tutto comprende nelle sue maglie e con tutto è in connessione diretta ed immediata. Il tessuto germinale si continua col tessuto osseo, il tessuto cartilagineo, l'elastico, il dentario; si continua secondo le osservazioni di *Balogh* ed altri colle cellule epiteliali della mucosa olfattaria, e secondo le scoperte di *Heidenhain* coll'epitelio cilindrico dei villi intestinali; ed infine si continua colle fibre nervose come un esempio ce l'offrono i corpuscoli della cornea i quali si prolungano coi nervi rispettivi (*Kühne*), e colle fibre muscolari massime te ramificate, esempio quelle della cute delle labbra dei sorci e fino ad un certo punto anche di alcuni dei nostri animali domestici, e le fibre del muscolo proprio della lingua dei gatti e probabilmente di tutti gli animali del loro genere (*Paladino*).

In conseguenza la continuità è anche una ragione di più per riunire tutti i tessuti in una grande famiglia, da considerarsi come *progenie multiforme* di un unico tessuto (il tessuto germinativo), di un solo elemento (il corpuscolo germinale). La cellula germinale è affettivamente l'unità istologica e la vera espressione materiale e morfologica dell'unità nelle metamorfosi organizzate. Il prenderla perciò a base di una classificazione dei tessuti è un progresso che non solo, a mio modo di vedere, corrisponde ad una maggior precisione scientifica, quanto giova all'applicazione di un gran principio.

LEZIONI IX e X

SOMMARIO — Tessuto germinativo — Sinonimi — Teorie di Schwann, Henle, Reichert, Virchow, Recklinghausen. Le fibrille, la sostanza omogenea ed i corpuscoli germinali. Sviluppo e funzione del tessuto germinale. Le forme di tessuto germinativo—F. mucosa—F. fibrillare ordinaria—F. rigida—F. essenzialmente trasparente—F. adenoidale. Le varietà del tessuto germinativo—V. adiposa—V. pigneolica—V. elastica.

I.

Col nome di tessuto *connettivo* G. Muller indicò la tela cellulosa degli antichi (1835). Oggi per le considerazioni svolte precedentemente va meglio detto tessuto *germinale* o *germinativo*, il quale, comunemente detto tessuto congiuntivo, o tessuto cellulare, fibroso, tessuto laminoso (Scuola francese), è il più diffuso fra tutti quelli che compongono l'organismo animale.

La sua costituzione istologica ed il suo sviluppo, ed anche ad un certo punto la sua composizione chimica, sono da pressochè venti anni oggetto di controversia tra i più riputati istologi. Giova qui riferire le diverse dottrine emesse al riguardo, e comincerò da quella di Schwann, da cui propriamente comincia il periodo della moderna istologia.

Schwann adunque sin dal 1831 riteneva il tessuto germinativo come essenzialmente fatto di fibre, e la più ordinaria osservazione su quello sottocutaneo, sottomucoso e sottosieroso gli dava perfettamente ragione. Le fibre si disponevano a fasci o lamine arriciate e costituivano il così detto *connettivo arricciato*.

Derivavano questi elementi direttamente dalle cellule embrionali, le quali si allungavano, diventavano fusiformi ed indi si dividevano cominciando dai loro estremi (corpuscoli caudati o fibro-cellule, corpuscoli fibro-plastici di Lebert) per formare le fibrille ed i fasci sopradetti restando intatti i nuclei. Gl' insegnamenti di Schwann non furono ben presto dimenticati; nella vece si sono ripetuti con qualche modificazione sino a sei o sette anni dietro da qualche rinomato istologo, come il Kölliker.

Hentle per contrario negava l'origine cellulare al tessuto in discorso. Per lui lo stato embrionale n'era rappresentato da nuclei sparsi in mezzo ad un *blastema* omogeneo. Questo si divideva a seconda la disposizione dei nuclei in singole lamine o nastri fusiformi, e per *metamorfosi* dava più tardi le fibrille ed i fasci: i nuclei crescendo ed allungandosi si univano coi loro prolungamenti e costituivano le fini fibre elastiche o le famose *fibre a nuclei* (Kernfaser). Dopo dieci anni *Hentle* modifica la sua primitiva opinione: non dà più ai nuclei nè significazione fisiologica, nè embriologica, e le fini fibre elastiche le fa dipendere da un cambiamento mecolare proprio della sostanza intercellulare. Questo modo di vedere ebbe seguaci, e fu diviso senza restrizione particolarmente da *Baur*.

Reichert intanto sin dal 1845 aveva emessa un'opinione che si allontanava alquanto da quella di entrambi gli osservatori precipitati (1).

Egli distingueva già due periodi, l'embrionale e l'adulto, nel tessuto in quistione. Nel periodo embrionale il tessuto germinativo era fatto di cellule situate in mezzo ad una sostanza omogenea, e nella quale più tardi si fondevano le pareti cellulari; e nell'adulto risultava da una sostanza trasparente omogenea o finamente granulare fornita di rudimenti di nuclei. Questa stessa sostanza si disponeva in pieghe, si aggrinzava, si divideva facilmente in fibrille; di talchè il suo carattere fibrillare non era secondo *Reichert* originario, ma artificiale.

L'opinione di *Reichert* fu causa di molte dispute, finchè la questione mercè i lavori di *Virchow* e di *Donders* entrò in una nuova fase. Entrambi questi scienziati, l'uno inconscio dei lavori dell'altro, scoprirono nel 1854, i corpuscoli del così detto tessuto congiuntivo (2): fusiformi, stellati e sempre riuniti coi loro poli o processi formavano la parte principale del tessuto sia nello stato embrionale che nell'adulto, onde *Virchow* ha potuto scrivere: « il tessuto connettivo recente non differenzia nella struttura e disposizione in niente dal più antico. Non havvi tessuto connettivo em-

(1) *Reichert*. Vergleichenden Beobachtungen über des Bindegewebe, und die verwandten Gebilde. Dorpat 1845.

(2) *Virchow*. Die Identität von Knorchen, Knorpel und Bindegewebskörperchen sowie über Schleimgewebe. Würzburg. Verhandlung der physico-med. Gesellsch. 1854.

Donders. Nederl. Lancet 1854.

brionale con cellule fusiformi, e un altro senza queste, ma gli elementi restano immutati, quantunque sovente non sia agevole il vederli » (1). I corpuscoli riuniti coi loro processi formavano secondo Virchow un sistema canaliculato, e la sostanza intercellulare dapprima omogenea o granulare passava a fibrillare ed apparentemente fascicolata per l'allungamento in serie delle cellule. L'opinione di Virchow fu divisa da una numerosa schiera di suoi discepoli, e, non ostante la vivace opposizione di Hentle, è stata insegnata quasi generalmente fino ai lavori di Recklinghausen. Prima però di esporre le idee di Hentle opposte a Virchow sulla costituzione dei corpuscoli, mi è grato qui menzionare altresì l'opinione del prof. Ercolani sviluppata in un suo rimarchevole lavoro comunicato or son due anni all'Accademia di Bologna (2). Nello stesso, Ercolani, a proposito di originali e pregevoli osservazioni sullo sviluppo dei tendini, difende l'esistenza dei corpuscoli che chiamava cellule fibrose le quali disposte in serie longitudinale costituiscono delle vere fibre tendinose, e ritiene con Reichert che la sostanza intercellulare è omogenea: « la sostanza fibrosa, egli dice, « o materiale forto di Beale ebbe nome di matrice, di sostanza intercellulare, di materiale fibroso ondato costituito da fibrille tendinose e dai fasci fibrosi secondo gli istologi tedeschi e francesi. Le fibrille ed i fasci fibrosi intorno a cui si è tanto discusso sono un prodotto anatomico artificiale, come a ragione ne aveva già da tempo insegnato Reichert » (3). Cosicché l'opinione dell'Ercolani è tra quella di Virchow e di Reichert; ritiene col primo gli elementi corpuscolari, e col secondo l'omogeneità della sostanza intercellulare, e precisa bene come questa sia elaborazione o materiale formato cellulare.

Ma come io di già cennava Hentle ha combattuto sempre, sin dal 1851 i corpuscoli di Donders e di Virchow (4). Per lui i così detti corpuscoli erano fatti da lacune o fessure ramificate ripiene di nuclei e cellule, e la massa intermedia veniva fatta da protoplasma modificato. Questa sostanza si originerebbe da cellule embrionali senza parete che si fonderebbero nelle proprietà caratte-

(1) Virchow. La patologia cellulare pag. 47. Milano 1866.

(2) Osservazioni sulla struttura normale e sull'alterazioni patologiche del tessuto fibroso. Bologna 1861.

(3) Ercolani l. c. pag. 12.

(4) Hentle Canst. Jahresber 1851 e 1852.

ristiche del tessuto; mentre i nuclei ed il protoplasma immutato rappresentano i corpuscoli connettivi senza parete.

Il tempo se non in tutto almeno in parte ha dato ragione ad *Hentle*, ed oggi si ammette un sistema di lacune nel tessuto germinativo.

Le nuove dottrine sul tessuto in discorso sono opera di molti osservatori e della splendida applicazione dei metodi nuovi di ricerca istologica. In che cosa consistessero questi metodi ce ne siamo di già occupati in altra lezione. Vale ora ricordare che con essi si esamina il tessuto nello stato vivo, mantenendolo per quanto è possibile nelle normali condizioni: 1° senza compressione; 2° con costante umidità; 3° in mezzo a mestruì della concentrazione dei liquidi sierosi dell'organismo. E merita una segnalazione distinta singolarmente il *Beklinghausen*. Questi in due lavori ha gettato le basi dei nuovi insegnamenti che oramai sono accettati da tutti coloro, a cui non fa velo l'amor proprio o lo spirito partigiano (1).

II.

Nel tessuto germinativo si distinguono 3 parti: 1° i corpuscoli o le cellule; 2° le fibrille; 3° una sostanza omogenea che riunisce le fibrille. Queste due ultime vanno sotto il nome di sostanza intercellulare, anche detta sostanza fondamentale.

La reale esistenza di tutte tre le suddette parti, secondo apprendiamo dal *Kühne*, è anche confermata dalle ricerche chimiche. Se fini tagli di tendini si trattano coll'acqua di calce o di barite, la sostanza omogenea si scoglierà, e le fibrille si potranno isolare mercè la semplice agitazione nell'acqua. L'acido acetico poi in eccesso la fa precipitare in istato amorfo. All'incontro se i suddetti tagli si trattano con acido solforico alla riduzione di 0,1 per 100 ed indi si lavano con acqua prima fredda ed indi a 40°, le fibrille ne resteranno sciolte, mentre le cellule si depositeranno in fondo sotto forma di fiocchi trasparenti e gelatinosi e viscosi. Oltre di che l'esame alla luce polarizzata fatta da *G. Müller*, fa vedere che queste tre parti hanno differenti proprietà ottiche.

A. Le fibrille (fibrille primitive) raggiungono la spessezza

(1) I lavori di *Beklinghausen* sono:

Die Lymphgefäße und ihre Beziehung zum Bindegewebe. B. 1862.

— Ueber Eiter und Bindegewebe Körperchen 1863.

0,0003 a 0,0009. Sono di varia consistenza e di diversa disposizione: cedevoli e contorte, omogenee, o in qualche modo striate; talvolta rigide e rettilinee, tal'altra molli ed increspate. La materia omogenea le riunisce in fasci o cordoni di 0,002, a 0,009, i quali alla loro volta si accollano per costituire o fasci sempre più grossi (fasci *secondarii*, *terziarii* ecc.) o vere lamine e membrane. I primi corrono talvolta parallelamente, ed è il caso dei tendini; le seconde ed anche le fibrille senza aggrupparsi s'intrecciano variamente corrono ad arco, formano rete come un esempio se ne ha nel così detto tessuto fibrillare ed areolare.

È degna di nota la proprietà che hanno i suddetti fasci di lasciare tra loro in mezzo agli organi ed alle parti degli stessi che concorrono a formare degli spazi o delle cavità comunicanti che talvolta molto visibilmente si vedono ad occhio nudo. Un esempio splendido se n' ha nel lato addominale del centro diaframmatico, come si osserva nei piccoli mammiferi domestici (coniglio) e meglio nel cavallo, ed un altro meno spiccato ma molto famoso nel testicolo, nelle sierose ec. Queste lacune dette anche *spazii interstiziali* dei tessuti sono di varia forma e di differente diametro, e si riconoscono anche sotto i nomi di *spazii linfatici* (*Ludvrig e Tomsa*) seni mucosi (*Sclcinhautsinus, His*) vie linfatiche (*Lymph-bahnen, Frey*).

Isolate le fibrille mercè lo scioglimento della sostanza intercellulare si presentano interamente come nei preparati freschi di tessuto germinativo. Gli alcali diluiti e gli acidi le rigonfiano e le fanno così trasparenti da non riconoscersi più: il potere rifrangente si attenua. Il rigonfiamento si limita colle soluzioni saline concentrate, e se si neutralizzano i preparati, le fibrille ritornano alle loro forme colle proprietà ottiche originarie. Gli acidi concentrati come il nitrico non le gonfiano (*Hentle*); l'acido acetico molto diluito ad azione prolungata per più giorni sotto la temperatura di 15° le scioglie.

La sostanza chimica che si separa dalle fibrille è la *gelatina*, colla (C. 50,76—H. 7,15—N. 18,32—S 0,23,21—composizione centesimale). Col calore la gelatina si riduce in una soluzione filante, ma col raffreddamento si rapprende. Riscaldata alla temperatura di 140°, soffre un gonfiamento tale che non è più possibile il rapprendimento. Secondo *de Bary* ed *Hoppe-Seyler* la soluzione acquosa di gelatina devia fortemente a sinistra la luce pola-

rizzata ($= -130^{\circ}$ in 30° C.). Coll'aggiunzione di acido acetico o di forti alcali il potere diminuisce.

L'acido tannico la precipita in modo insolubile, ed è ovvio l'uso che se ne fa nella concia per fabbricare i cuoi.

Bollita coll'acido solforico la gelatina si decompone formando ammoniaca, leucina e glicolla; riscaldata collo stesso acido e col cromato di potassa dà numerosi prodotti fra cui un'aldeide dell'acido benzoico; e coll'ipermanganato di potassa anche l'acido benzoico.

Una domanda intanto è necessario che ci facciamo: la gelatina esiste preformata nel tessuto e nelle parti che ci occupano?

« Non è verosomile, dice il Kühne, poichè le fibrille che danno gelatina 1) non si coagulano in acqua fredda, come la gelatina, e non sono viscosi, e 2) non danno gelatina che dopo « lunga bollitura ». (1)

Vi deve quindi esistere una sostanza *collogena* la quale si deve trasformare tutta in gelatina, giacchè le fibrille si dissolvono del tutto in gelatina senza residuo di sorta. Questa sostanza *collogena* è il prodotto di metamorfosi della sostanza albuminoide che forma il protoplasma, ed esiste quando si trovano le fibrille: nei tendini fetali non esistono queste fibrille e la bollitura non ne caccia colla.

■. La seconda delle sostanze, che compongono in tutto l'*intercellulare* del germinativo, è la *sostanza di riunione* o il cemento delle fibrille (*Kittsubstanz*).

Non sempre è discernibile al microscopio, ma si distingue sempre per le sue qualità ottiche e per le sue proprietà chimiche, onde è possibile isolarla separatamente, come è stato già detto di sopra. È dessa una sostanza omogenea, trasparente e molto elastica, ed ha la proprietà che divide del resto con tutte le altre sostanze intercellulari dei tessuti congiuntivi ed epiteliali, di ridurre cioè l'argento dei sali in cui questo si trova e di diventare nera. Con siffatti mezzi il Recklinghausen è riuscito a dimostrare che questa sostanza nella sua disposizione presenta delle lacune preformate di forma quasi stellata o ellissoidale con canaliculi periferici più o meno numerosi. Intanto è anche possibile dimostrarli cogli ordinarii metodi dell'imbizione a carminio, e si prestano

(1) Lehrbuch der Phys. Chem. p. 358.

singolarmente la cornea trasparente, la dura madre, e secondo la mia pratica anche meglio l'albuginea del testicolo. Sono queste lacune ramificate che formano i canali umoriferi di *Recklinghausen* (*Sälfcanälen*) i quali mentre comunicano tra loro stessi sboccano altresì negli spazii interstiziali dei tessuti di sopra detti, che pajono rivestiti di epitelio.

Contro l'esistenza delle dette lacune si è dichiarato lo *Schweigger-Seydel*, il quale le ritiene un prodotto artificiale dipendente dalla precipitazione del sale di argento per sostanze albuminoidi. Ed infatti si ottengono, egli dice, alla superficie della cornea sotto lo strato epiteliale. Ma in appoggio della realtà dei canali umoriferi, oltre la regolarità delle figure che si ottengono pel trattamento al nitrato di argento, vi è la riprova che si ha col cloruro di oro ed il fatto che si osservano in tutti gli strati della cornea, nell'albuginea dei testicoli ed in una forma spiccatama particolare nei tendini.

È in queste lacune che si trovano situate le cellule germinali circondate da un liquido, e l'insieme di esse forma oggi ciò che diceva *Virchow* apparecchio circolatorio appendicolare od intermedio, il quale supplisce il problematico sistema dei vasi serosi e fa attiva la circolazione plasmatica in quegli organi, come il tendine, sforniti di molti vasi, e dotati di tessuti a molta sostanza intercellulare e non molto osmotica.

Sia gli spazii interstiziali (*Ludwig, Tomsa, Zawarykin* ecc.) che gli spazii ed i canali umoriferi (*Virchow, Recklinghausen*) formano le radici dei vasi linfatici; se non che i primi si possono ritenere come appartenenti agli organi, ed i secondi come le radici di tessuto. Gli spazii interstiziali circondano i vasi sanguigni come nel testicolo e più distintamente nei centri nervosi (canali perivascolari di *His*), e si intermezano nelle glandole tra lo stroma ed i vasi o tra lo stroma ed i tessuti epiteliali, come un esempio se ne ha nello strato superficiale delle sierose, ove mercè le aperture interepiteliali comunicano con le cavità che le sierose costituiscono (*Recklinghausen* ecc.). I canali umoriferi all'incontro pigliano intimi rapporti col loro contenuto e mercè gli spazii soltanto colle altre parti anzidette.

La base chimica della sostanza omogenea è la mucina (C. 48,94 — H. 6,81 — N. 8,50 — O. 35,75 secondo l'analisi di *Eich-*
PARABINO — *Istologia e Fisiologia.* 18

walds). Rollet che l'ha separata mercè il mezzo di sopra riportato vi ha riconosciute le proprietà della mucina delle altre parti dell'organismo (quella prodotta dalle glandole salivari e mucose, e quella del tessuto germinale dell'embrione e dei Mixomi). La mucina è solubile negli alcali e nelle terre alcaline; l'acido acetico la precipita sia che stia in mescolanza, sia sciolta; e fra i sali metallici soltanto l'acetato di piombo dà una soluzione neutra o debolmente alcalina. La potassa ed il solfato di rame non reagiscono in presenza della mucina, e non si precipita quindi l'ossido idrato di rame; la soluzione resta biend anche a forte calore; ciò che la differenzia dalla gelatina, dall'albumina e dal peptone. Bollita coll'acido solforico oltre la leucina dà più tirosina (70%) dell'albumina secondo Stadeler.

Intorno all'origine della mucina vale qui ripetere un significativo paragrafo del Kühne: « poichè la mucina si genera nelle cellule glandolari dal protoplasma ricco di albumina, e poichè la sostanza intercellulare del tessuto connettivo è da ritenersi come protoplasma trasformato delle sue cellule, così si ha a ritenere per tutta la mucina un'origine comune. L'albumina è la sostanza matrice della mucina, ed è da pensarsi che si sdoppia forse in sostanza collogena ed in mucina, tanto più che la prima che costituisce l'altra parte della materia intercellulare è riccamente fornita di azoto e di zolfo. Nei casi poi ove colla mucina vi ha poca sostanza collogena, come per esempio nei Mixomi, e negli altri ove quest'ultima manca come nelle glandole salivari, se ne dovrebbero ricercare i prodotti equivalenti di decomposizione. Già ne conosciamo uno nelle glandole salivari, cioè la leucina, e merita dessa ogni considerazione, perchè si trova da per tutto nell'organismo, ove vi ha mucina, particolarmente in tutti quegli organi consistenti essenzialmente di cellule, cioè le glandole i cui nuclei cellulari sono sempre mucinosi. » (1)

Se la sostanza omogenea si tratta con acido acetico non si aggrinzisce come dovrebbe se risultasse propriamente da mucina. Di talchè è probabile che, come la gelatina, non esiste la mucina preformata. All'incontro si trova in sostanza nella massa intercellulare della forma mucosa del tessuto germinativo, ed in questa circostanza non manca il sopradetto carattere microchimico.

(1) Kühne l. c. p. 361.

C. I *Corpuscoli o cellule germinative* formano la parte principale del tessuto. Quando questo si esamina fresco, e perciò vivo, si possano distinguere quattro specie di cellule, secondo *Recklinghausen, Kühne* ed altri.

1. Cellule sferiche a nucleo invisibile, fortemente mobili; 2. cellule a protoplasma finamente granulare e con nucleo grumoso che passa senza limiti nel primo; 3. cellule collo stesso protoplasma ed un nucleo vescicolare a parete propria ed a doppio contorno; 4. cellule a protoplasma grossolanamente granulare con nucleo nucleolato distintissimo.

Recklinghausen l'avea distinte in corpuscoli mobili e stabili o semoventi e fissi. Le prime tre specie intanto sono a differente grado tutte mobili, e la quarta soltanto è fissa. Però per quanto potessero parere distinte, pure non sono che diversi stadii di un elemento solo.

Tutte sono contenute nei canali umoriferi di sopra descritti ed ivi vengono circondati da plasma. Eccetto la prima specie essenzialmente mobile, e per cui non solo cambia figura ma si trasporta da un punto ad un altro secondo è stato già detto in una lezione antecedente (1), le altre sono situate in modo da adattarsi alla forma della lacuna e quindi presentano due, tre o più prolungamenti che attraverso le ramificazioni canicolate delle lacune connate si possono riunire e fondersi con quelli delle cellule vicine. Intanto quelle della 2^a e 3^a specie possono ritirare i loro prolungamenti e divenire mobili sia da cambiar forma che da mutar luogo. *Recklinghausen* ha dimostrato tra queste e propriamente tra quelle della 3^a specie ed i leucociti del sangue e del pus perfetta analogia di costituzione istologica e di movimenti; e siccome i canali umoriferi sono le prime origini dei vasi linfatici, si comprende agevolmente come i globuli della linfa sono in tutto od in parte cellule germinali traslocate. Le cellule semoventi poi non solo possono dare con l'ulteriore sviluppo le tre altre forme di cellule mentovate; ma quanto possono cambiarsi negli elementi corpuscolari dei tessuti congiuntivi, e probabilmente sono esse che si trasmutano negli elementi degli altri tessuti, di talchè si possono considerare come l'elemento propriamente germinale del tessuto in discorso.

(1) Vedi, Lezione V.

Tutte le suddette cellule possono essere rappresentate da per tutto nell'organismo da semplici nuclei; si possono trovare in fila ed in linea parallela come nei tendini, o a guisa di rete come nei tagli trasversi degli stessi e nelle altre parti. La forma quindi degli elementi del tessuto germinativo può essere nel essere, o corpuscolare, e questa rotonda, fusiforme, irregolare, stellata.

Il processo per ottenere separate le cellule germinative dalla sostanza intercellulare in un frammento di tessuto non vivo, sià nell' adoperare acido cromatico, cloroidrico o solforico diluiti a 0,01 0,10. Si usano altresì l'acido nitrico, l'acetico e la eoltura, ma vi bisogna molta cautela per riuscire nell'intento. Nella composizione chimica di queste cellule vi entrano l'albumina per il protoplasma e possibilmente la mucina pel nucleo. Trattate col l'acido acetico, mentre il protoplasma si rapprende, il nucleo s'inerespa, il che non accade quando si è di già tolta la mucina per mezzo dell'acqua di calce.

L'albumina intanto del protoplasma può essere in certi rincontri rimpiazzata da pigmento o da grasso, e ciò è il caso del così detto tessuto pigmentaceo, e dell' adiposo, che tratteremo da qui a poco.

Dello sviluppo del tessuto germinativo quello delle fibrille è stato sempre oggetto di discussione. Contro *Schwann* che le faceva dipendere dalla divisione dei corpuscoli embrionali, ci furono dapprima, a parte quelle di *Hentle*, le osservazioni di *Virchow* e di *Donders* mercè le quali questi misero fuori dubbio che i corpuscoli germinali esistono sia nel periodo embrionale, che nell'adulto, e poscia quelle di *Schultze* e *Beale* riguardanti la derivazione della sostanza intercellulare da una trasformazione del protoplasma cellulare. *Kusnetzoff* ed *Obermeister* negli ultimi tempi hanno sostenuta l'opinione che le fibrille dipendano da crescita dei prolungamenti dei corpuscoli. Ma *Hentle* aveva da lungo tempo emesso il parere che le fibrille provengono direttamente dalla sostanza intercellulare dapprima omogenea, e le osservazioni sui tendini e sulla cornea non fanno pensare diversamente. Al che si deve aggiungere che è perfettamente possibile la genesi di dette fibrille da una sostanza omogenea, sol che sofra un cambiamento chimico, il quale non manca come si è rilevato dalla coesistenza nella materia intercellulare di due sostanze che sono: la gelatina e la condrina.

Le *proprietà* fisiche del tessuto germinativo si riducono a tutti i gradi di consistenza tra l'elasticità e la rigidezza. È elastico, a prescindere dalle fibre di questo nome che vi si trovano mescolate, per la sostanza intercellulare omogenea, e permette per ciò agli organi ed alle parti da esso riuniti facilmente dei movimenti senza lacerazioni, e di ripigliare senza sforzo la primitiva posizione. È inestensibile il tessuto per le sue fibrille ed ove queste abbondano, come nei tendini, nei legamenti, danno agli stessi una necessaria rigidezza perchè gli uni trasmettessero senza perdita la forza muscolare e gli altri solidamente mantenessero in connessione le ossa che riuniscono.

Le *proprietà funzionali* sono maggiori e di ben altra importanza. Già da tempo è considerato come tessuto di sostegno dell'organismo e forma lo stroma di tutti gli organi e l'involucro degli stessi o di alcune loro singole parti. Mercè i suoi *canali umoriferi* è un sistema regolatore della distribuzione del plasma nutritivo negli organi, e forma un *sistema circolatorio secondario* che secondo Virchow era rappresentato dai corpuscoli disposti a rete e cavi nel loro interno. A questo ufficio importantissimo per la nutrizione contribuiscono altresì gli *spazi interstiziali* in cui propriamente si versa dai vasi capillari sanguigni il fluido nutritivo, e di qui si diffonde per tutte le parti del tessuto germinativo e quindi per gli elementi degli altri tessuti che con esso pigliano rapporto. Il residuo del trasudato dei vasi capillari, dopo aver servito all'attività degli elementi, mescolato coi prodotti degli stessi e colle cellule smoventi o migratorie del tessuto germinativo, è ciò che diceasi linfa, la quale liberamente si può incanalare per i capillari e per i tronchi linfatici.

A parte l'ufficio secretivo, la funzione di sostegno e l'altra di circolazione del tessuto in discorso sono due attività meccaniche dello stesso, dovute propriamente alla sostanza intercellulare ed alla sua peculiare disposizione.

I corpuseoli poi, oltre all'ufficio di passare nella linfa a costituire i leucociti, s'incaricano dell'economia del tessuto e quindi della sua nutrizione e del suo accrescimento, e *germinano* dando sia elementi di tessuto del primo gruppo che dei due altri, siccome precedentemente abbiamo detto, e siccome a suo luogo particolarmente svilupperemo.

È questo triplice ufficio che compendia ed abbraccia il vero va-

lore fisiologico del così detto tessuto connettivo; e voglio sperare che per ciò che abbiamo detto nelle precedenti ed in questa lezione ne sia risultata più che chiara la qualifica di *germinale* con cui amiamo meglio d' ora innanzi specificarlo.

Il processo nutritivo, il riproduttivo ed il germinale sono di un' attività prodigiosa in questo tessuto; è per esso che si trova a riparare ogni perdita nell' organismo, e sostenere ogni ricambio morfologico, ed a generare ogni produzione. I suoi elementi mer- cè la possibilità di cangiar luogo e di accorrere quindi ove vi ha stimolo, ed ove se ne sente il bisogno, costituiscono una vera *associazione di mutuo soccorso*, in massima d' incontestabile utilità, ma talfiata anche fatale all' organismo.

Evvi mai, e quale può essere, per essi l' influenza del sistema nervoso che stabilisce la reciprocità e l' unità delle parti nella vita dell' organismo?

III.

Restando pressochè i medesimi i corpuscoli germinativi, può variare la sostanza intercellulare sia in rapporto alla sua *composizione chimica e costituzione istologica* che in riguardo alla *quantità*. Le variazioni in questi limiti ci danno il tessuto germinativo di *forme differenti*, ed a qualche funzione più o meno importante. Possono in cambio i *corpuscoli* cangiar *composizione, costituzione ed ufficio*, e si hanno gli *stadii transitorii* del tessuto germinale o le sue *varietà*.

Le *forme* del tessuto germinale sono cinque: 1) la mucosa, 2) la fibrillare ordinaria, 3) la rigida, 4) la essenzialmente trasparente, 5) l' adenoide.

Le *varietà* poi dello stesso si riducono a tre: 1) l' adiposa, 2) la pigmentica, e 3) l' elastica.

Passiamo ad esaminare partitamente l' une e l' altre.

▲ Il *tessuto mucoso* (anche detto tessuto gelatinoso, sostanza connettiva semplice) si può ritenere in massima come la forma embrionale del tessuto germinativo. Risultando quindi come questo da elementi cellulari e da sostanza intercellulare, presenta il carattere che questa è in massima omogenea, trasparente, semi-molle e filamentosa. Trattata coll' acido acetico s' inerespa, e se n' estrae direttamente mucina, oltre una quantità di albumina. In ogni caso non dà mai gelatina.

Le cellule sono rotonde, nucleate, ma possono passare a fusiformi e stellate, ed in questo caso la sostanza intercellulare si stria e si fibrilla.

La forma mucosa abbonda nella vita fetale ove costituisce la gelatina di Warthon e quindi il germinativo sottocutaneo, quello del cordone ombelicale ecc. Virchow ha molto studiato il tessuto mucoso, ed ha diviso un'opinione sulla disposizione dei corpuscoli nel cordone ombelicale combattuta da Beale. Virchow ammetteva che i corpuscoli fossero stellati, e che si riunissero coi loro prolungamenti per stabilire una rete di canali. Beale all'incontro negava la disposizione a rete, negava i canali, e secondo lui « la struttura pare composta di fibre delicate con nuclei ovali, disposti nella maggior parte, in modo da formare il limite di piccoli spazii circolari, in cui veggonvi delle fibre più delicate, distribuite senza regolarità. Gli spazii interposti alle fibre sono occupati da una sostanza trasparente ».

« Io non sono riuscito a dimostrare le apparenze figurate e descritte da Virchow. Ciò che sembra essere uno spazio o cavità, nel centro delle parti elementari, è realmente occupato dalla materia germinale, e i tubi apparenti contengono dei prolungamenti di essa, insieme al tessuto fibroso molle di recente formazione, il quale bentosto si rompe » (1). In ordine al modo di considerare i corpuscoli e le cavità non devo qui fermarmi avendovi di già esposta la dottrina accettata sulla costituzione del tessuto germinale. Per ciò che riguarda poi disposizione, i preparati che io posso mostrarvi, e fatti sul cordone ombelicale di bue o di pecora dimostrano che i corpuscoli sono *fusiformi o raggiati*, con 3 a 4 o più prolungamenti, che si riuniscono con quelle delle cellule vicine e nei punti ben preparati simulano una rete nelle cui maglie sta la sostanza omogenea o finamente granulare, ed ove si possano trovare delle cellule rotonde. In ogni modo non presentano nulla che avesse analogia con ciò che Beale nella sua Opera ha rappresentato nella figura 38.

Nella seconda metà della vita fetale la sostanza omogenea comincia a realmente striarsi e le fibrille si riuniscono in fasci primarii e secondarii. Le cellule si assottigliano sempre più nel loro corpo, con nucleo in parte ancora visibile, mentre i prolungamen-

(1) Beale Op. c. pag. 178 e 179.

ti si allungano. Resta la forma mucosa soltanto verso la superficie ed intorno ai tronchi vasali.

A corpo sviluppato la forma mucosa non si trova rappresentata che dal solo corpo vitreo, in condizioni normali, e da tumori speciali (Mixomi), poco osservati negli animali domestici, nello stato morbozo.

Il corpo vitreo risulta da rarissime cellule granulose e rotonde situate in una abbondante sostanza intercellulare, quasi fluida e che presenta al microscopio tante fibrille appena abbozzate e che variamente s' intrecciano. Si può avere la circostanza di esaminare dei frammenti di corpo vitreo i quali portano numerose cellule rotonde più o meno aggruppate, ma allora si ha a fare con parti in condizioni morbose. Ed infatti io posso dimostrarvi dei preparati fatti su un corpo vitreo malato di bue ove si osservano distintamente i suddetti gruppi di cellule, e che probabilmente non sono che leucociti emigrati.

Negli uccelli oltre che nel corpo vitreo il tessuto mucoso forma quella massa molle che riempie il *seno romboidale* della midolla, ed in molti pesci si trova sotto la pelle, nei loro organi e lettrici e pseudo-elettrici ed attorno al così detto canale mucoso.

Negli invertebrati poi si è trovato negli acaleffi e nei molluschi (eteropodi, cefalopodi, gasteropodi, tunicati). La sostanza intercellulare nei tunicati dà la *tunicina* o la cellulosa animale (1).

■ La forma fibrillare (anche detta tessuto connettivo ordinario, antico tessuto cellulare, tessuto laminoso) è la più sparsa nell' organismo, ed è il vero tessuto di riunione e di sostegno dei vari organi come delle loro parti. Si trova negli organi e quindi riunisce le loro parti, e forma il tessuto interstiziale o lo stroma degli stessi: esempio il tessuto interstiziale che riunisce i lobuli del fegato, gli acini del pancreas, delle glandole salivari ecc., i grappoli pulmonali, le fibre muscolari, le nervose. In queste circostanze suol pigliare talvolta un nome speciale, onde si dice *perimisio* il tessuto interstiziale dei muscoli, e *perinevro* e *nevrilemma* l' altro dei nervi. Si dispone a membrana sia involgente organi e formando parte integrale degli stessi, come il rene, i vasi, il fegato, l' osso, la cartilagine, sia formando la base di organi

(1) Leydig. Von Bau des thierischen Körpers pag. 45 T. 1864.

» Traité d' Histologie comparée pag. 20 e 21 Paris 1866.

membranosi speciali, come le membrane seriose, le mucose, e propriamente di ciò che va sotto il nome di *corion* delle stesse. Infine serve a riunire organi ad organi, membrane a membrane e sarebbe pure un tessuto interstiziale, ma si chiama con qualifiche speciali, come *sottomucoso*, *sottosieroso*, *sottocutaneo*.

Questa forma di tessuto vien fatta da tutte le tre parti del tessuto germinativo, cioè da' corpuscoli e dalla sostanza intercellulare distinta in fibrille ed in sostanza omogenea. I corpuscoli in generale sono di tutte quattro le specie sopradette, ed in giusta proporzione colla sostanza intercellulare. Le fibrille di questa cementate dalla sostanza omogenea formano i fasci o le piccole lamine, che s' intrecciano, s' incrociano in varia guisa, o lasciano tra essi degli spazii di forma irregolare visibili anche ad occhio nudo, che gli antichi chiamavano cellule, onde il nome di tessuto cellulare dato al tessuto in questione. Le parti ove si manifestano più distintamente le così dette cellule sono le sottomucose, la sottocutanea ecc. Questi spazii vanno bagnati nello stato sano di fluido nutritivo, ma si possono riempire, nelle condizioni malate, di siero o di aria: siccome comunicano tra esse si possono riempire artificialmente d'aria o d'acqua, per cui si separano le varie membrane, o le varie parti di un organo o di un sistema. I beccaj fanno uso dell' introduzione dell' aria sotto la cute degli animali, per poter distaccare questa con la massima facilità dal corpo.

Gli interspazii sono rivestiti di uno strato epitelioide o di endotelio, che si mette in evidenza col nitrato di argento, e formano l' origine organoide dei vasi linfatici, prima che questi avessero acquistato una costituzione autonoma.

Il tessuto connettivo fibrillare non ancora è stato messo in piena evidenza negli invertebrati. Un quissimile è stato osservato nei cefalopodi, negli echinodermi da *Leydig*.

Questa forma è notevolmente elastica, e non solo per le fibre e lastiche che vi si trovano mescolate, quanto per la sua sostanza omogenea che è dotata significatamente di elasticità. Questa forma ha un grande ufficio: oltre già che è mezzo di riunione, è essa che si trova a fare da matrice agli altri tessuti come un esempio n' abbiamo nel *pericondrio* che dà la cartilagine, nel *periostio* che rinnova l' osso, nel corpo papillare sia cutaneo che mucoso che rinnova lo strato epiteliale ecc.

PALLADINO — *Istologia e Fisiologia*.

19

C. La forma rigida (tessuto connettivo compatto di Kölliker, tessuto connettivo solido, configurato ancor detto) è un grado avanzato della forma precedente, ma che vale farne una forma a parte per diversi caratteri e proprietà che andremo a dire. Costituisce i tendini, le aponevrosi d' inserzione, i legamenti, la sclerotica ecc. Tra gli elementi e la sostanza intercellulare vi ha un disquilibrio nella proporzione in favore di quest'ultima molto significante, di tal che fra tutte le forme di tessuto germinativo è in questa in grande predominio. Le sue fibrille, riunite dalla sostanza omogenea, si aggruppano in fasci primarii, secondarii, terziarii ecc., e tutti l'uno all'altro paralleli. I canali umoriferi sono qui abbastanza modificati, giacchè sono ridotti a canali longitudinali, di tanto in tanto un pò dilatati e comunicati lateralmente con sottili canalicoli flessuosi. La canalizzazione in questa forma è più che distinta, e si osserva stellata in un taglio trasversale, e semplice in un taglio longitudinale. È negli spazii che si annicchiano i corpuscoli di connettivo alcuni ridotti in buona parte a semplici nuclei. Io vi posso dimostrare preparati fatti sui tendini flessori del cavallo, ove potrete notare nei tagli trasversali una rete di canali comunicanti, ed in cui di tanto in tanto si trova un nucleo, e nei tagli longitudinali dei lunghi canali leggermente ondulati e di tanto in tanto dilatati per comprendere un corpuscolo allungato, o degli ammassi ellissoidali di cui non apparisce il nucleo. Fatte queste osservazioni sotto l' influsso dell' idee di Virchow non esiteremmo forse a dire che nel primo caso si tratta evidentemente della rete dei suoi corpuscoli canalicolati, e nel secondo di corpuscoli messi in serie longitudinale, e di poi dette *fibre nucleate parallele* o *fibre nucleate dei tendini*. Ma sono realmente corpuscoli? Beale si era opposto al Virchow, studiando precisamente i tendini, e negando i suoi corpuscoli. Per Beale non vi erano che nuclei o cumoli di *materia germinale* i quali prendevano artificialmente la disposizione stellata. La ragione che ne assegnava era questa: « non è possibile, egli scrive, di ottenere una sezione molto sottile, in cui tutte le parti divise restino al loro posto; e avviene appunto che, nelle sezioni trasverse, alcuni dei prolungamenti di quei corpuscoli sono alterati in posizione, talchè fanno credere che passino tra le fibre longitudinali, e stabiliscono una comunicazione tra i diversi nuclei. » (1)

(1) Beale. Opera c. 133 e 136.

L'interpettazione di *Beale* oggi non ha valore, poichè effettivamente esiste un sistema canaliculato, se non che questo non è fatto secondo voleva *Virchow* da un insieme di corpuscoli comunicanti, ma da canali longitudinali lasciati dalla sostanza intercellulare. La struttura dei tendini da me così intesa è stata messa in maggiore evidenza da ricerche comparative del mio allievo *Dr Lanzillotti-Buonsanti* (1).

La sostanza intercellulare è tanto più abbondante per quanto più il tessuto è vecchio; che anzi nei tendini embrionali nella prima metà della vita intra-uterina pare che ci fossero soltanto cellule. Il carattere fisico di questa forma è la sua quasi perfetta inestensibilità, onde serve bene in quegli organi come i tendini e le aponevrosi d'inserzioni che devono passivamente trasmettere l'azione muscolare, o negli altri come i legamenti che devono mantenere rapporti fissi tra le ossa che variamente si articolano.

Quale è il destino delle cellule tendinee?

D. La forma essenzialmente trasparente è rappresentata dal tessuto della cornea trasparente. Presenta una rete di canali umoriferi anastomizzati notevolissima e nelle cui lacune si trovano i corpuscoli di varia forma, e per lo più ramificati, scoperti da *Toynbee* nel 1841, e tanto studiati poscia dall'*His*, dal *Virchow*, dal *Rektlinghausen*, dal *Kühne* ecc. Il sistema canalicolato qui forse anche meglio che altrove si può mettere in evidenza col trattamento all'argento. Però io mi servo per dimostrare anche meglio le lacune ed i corpuscoli contenutivi di tagli di cornee di grossi animali o di cornee intiere di rane, dopo d'averne portato via l'epitelio, sottoposti al cloruro d'oro. Sotto la riduzione di questo prezioso reagente, i corpuscoli, in massima concentrici, o pure discoidali, pigliano la colorazione bleu, altrettanto fanno i limiti delle lacune, e nello spazio intermedio si trovano accumulati granuli bluastrì, che evidentemente sono granuli di sostanze albuminoidi del liquido plasmatico che ordinariamente riempie la lacuna. A vedere nel miglior modo le lacune in discorso si prestano i tagli paralleli al piano della cornea; giacchè in questo senso esse sono disposte, e si capisce volentieri come devono apparire incomplete nei tagli trasversi, nei quali i corpuscoli appaiono fusiformi e le lacune in corrispondenza ellissoidali.

(1) Sulla struttura dei tendini. Bollettino dell'Ass. di Med. e Nat. N.° 1° 1871.

Una differenza, tra la rete canaliculata per es. della cornea del bue e di quella della rana, è mercentissima e l'osservatore può distinguere i preparati. Però è difficile a formularla. La sostanza intercellulare è disposta a lamelle o a strati, paralleli alla superficie della cornea ed in mezzo a cui si trovano le lacune (1). In esse per la più parte i corpuscoli sono liberi e quindi in condizioni migratorie; ma ve n'ha una porzione fissi le cui cellule coi prolungamenti sono in connessione colle fibre nervose ed entrano in contrazione quando queste vengono irritate (Kühn).

Il carattere chimico significante di questa forma è fatto dalla condrina che si ricava dalla sua sostanza intercellulare in cambio della colla (G. Muller); condrina che si distingue da quella che si ottiene dalla cartilagine mercè la precipitazione che ne accade con l'acetato di piombo ed il più forte intorbidamento con acido tannico.

E. La forma adenoide (His), infine, (ancor detta tessuto citogeno, tessuto connettivo reticolare, Kölliker) è l'ultima e la più recentemente studiata. Donders, Henle, Kölliker, e singolarmente His, Heidenhain e Frey vi hanno fatto delle ricerche rimarchevoli.

Ha per carattere morfologico la disposizione reticolata, e risulta da maglie irregolari della grandezza di $0,0005 - 0,01''$, e limitate da fini fibrille, $0,001 - 0,002''$ più o meno resistenti, con rigonfiamenti nodosi angolari talfiata forniti di nuclei. Le stesse sono ramescenti, e s' intrecciano in varia guisa ed in differenti direzioni. L'interno delle maglie è occupato da leucociti liberi con uno o più nuclei ed a differente grado di scissione; ma possono però questi mancare ed in cambio trovarsi altri elementi di un diverso tessuto. Nel primo caso si ha il tessuto adenoide propriamente detto che costituisce il tessuto speciale delle glandole linfatiche, degli organi linfogeni od ematopoietici in generale (follicoli

(1) Enghelmann, in un suo lavoro: *Über die Hornhaut des Auges*, Leipzig 1867, sostiene che le lamelle della sostanza intercellulare della cornea, spesse quasi $0,004 \text{ Mm}$ sono fatte da finissime fibrille riunite da uno strato liquido immensurabile. Le lamine corrono concentricamente e s'incrociano tra le superficiali e le profonde sotto un angolo di 90 gradi. Le piccole cellule migratorie, o le ameboidi, $0,015 \text{ Mm}$. nella rana non si muoverebbero secondo lui per canali preformati e ripieni di un liquido (v. Becklinghausen), sì bene tra le fibrille. Quest'ultima parte del lavoro di Enghelmann evidentemente è erronea.

solitari dell'intestino, ed anche dello stomaco, placche di *Peyer*, follicoli della base della lingua e del faringe, ghiandole tracomatose, timo, milza ec.) e lo stroma di certe mucose esempio l'intestinale secondo *His*, e la linguale nei mammiferi secondo *Schmidt* di Copenhagen (1). I preparati che io qui vi presento vi lasciano osservare questa forma oltre nelle ghiandole mesenteriche, inguinali, bronchiali dei nostri comuni animali domestici, altresì nelle capsule suprarenali del cavallo (2), nella ghiandola pituitaria e pineale dello stesso, nella sua mucosa del tenue. Nel secondo caso, poi questa forma si trova nei centri nervosi e propriamente nella sostanza bianca, nel legamento pettinato particolarmente dell'uomo, ed in qualche organo nervoso periferico (retina). *Kölliker*, non so con quanta ragione, l'ammette altresì nella corioidea.

Nello stato embrionale la rete suddetta è fatta da cellule fusiformi o stellate, i cui prolungamenti cambiando in varia direzione, via via si dividono e si anatomizzano ora coi prolungamenti che diremmo secondarii, ora direttamente con quelli delle cellule vicine. Le cellule hanno un grosso nucleo, 0,001 — 0,003" finalmente granuloso e nucleolato, e portano un numero variabile di poli piuttosto sottili, 0,0001—0,0003" dalla cui unione poi ne risultano le maglie rotonde, poligonali ecc., più piccole dello stato adulto (0,002—0,005"). Stando ai dati forniti da *Sertoli* in un suo lavoro sullo sviluppo delle ghiandole mesenteriche del Bue (3) il reticolo non si trova che nelle ghiandole di un feto lungo 20 pollici, e particolarmente nello strato corticale. Prima non se ne vede traccia. La formazione probabilmente n'è conseguenza delle stesse cellule (cellule linfatiche) che mentre da una parte si moltiplicano e crescono, dall'altra formano le maglie in cui continuano a svilupparsi.

L'insieme delle maglie, a parte i nuclei e le cellule che vi si trovano nell'embrione, costituisce la sostanza intercellulare, la quale è certamente molto scarsa relativamente agli elementi corpuscolari del tessuto. È molto probabile che tale scarsità sia la

(1) Vedi *Kölliker*. Manuale di istologia umana. Napoli p. 63.

(2) In appoggio a questo modo di vedere sulle capsule surrenali, il Dot. Morano F. con ricerche comparative fatte nel mio Laboratorio metteva in luce la disposizione reticolata della sostanza midollare dei suddetti organi propria alla sostanza midollare delle ghiandole linfatiche.

(3) Ueber die Entwicklung der Lymphdrüsen. (Estratto dagli Annali dell'Accademia di Vienna 1866) pag. 41.

conseguenza della perenne gioventù di questa forma di tessuto, giacchè continuamente si rinnova, e del prodotto chimico o dei prodotti chimici che per avventura potrebbe dare.

Kölliker sino alla quarta edizione del suo libro d'Istologia ha negato a questa forma la natura di tessuto germinativo (connettivo) ed ha ritenuto che le fibrille davano albumina in cambio di gelatina; e perciò il tessuto adenoide era per lui una specie di *parenchima interstiziale in mezzo la sostanza connettiva*. Oggi sarebbe inutile di ricordare questa opinione, abbandonata dal *Kölliker* stesso, se non ci corresse l'obbligo di ricordare nel tempo stesso l'opinione avversa dell'*Hentle* e l'altra affine di *His* che più si è avvicinato alla verità. *Hentle* in effetti contrariamente al *Kölliker* pensò fin dal principio che il tessuto in parola era una forma del tessuto congiuntivo, senonchè credette che i nuclei delle maglie erano in parte corpuscoli linfatici incuneati, ed in parte nuclei provvenendo per successione dagli embrionali. *His* divise la stessa opinione, soltanto che considerò la rete come primaria, e non la considerò dal lato genico come un residuo del tessuto embrionale.

La funzione di questo tessuto è evidentemente la secretiva: dà leucociti, e *Virchow* crede anche *fibrinogeno*. Gli organi quindi che lo posseggono, circoscritti o diffusi, glandule linfatiche o membrane mucose, danno i suddetti prodotti, e certamente danno i leucociti. A *Brücke*, *Virchow*, *His* spetta il merito di aver messo fuori dubbio questo importante dato fisiologico.

IV.

Passando alle varietà cominceremo dal tessuto adiposo.

A. È l'insieme di cellule a parete distinta ed a contenuto grasso. Sebbene è parte del tessuto germinativo, e si origina da esso; e ad onta che per buona porzione le cellule adipose, perdendo il grasso, ritornano di bel nuovo corpuscoli germinativi, pure prima e dopo, costantemente hanno alcuni caratteri di forma, di disposizione, e di rapporti coi vasi che bisogna prendere in seria considerazione. La cellula adiposa è in massima concentrica od ellissoidale, e spesso poliedrica. Ha una distinta parete a doppio contorno che porta in un punto il nucleo spinto e ricoverto dal contenuto. A luce riflessa il contorno delle cellule è oscuro; a luce

incidente apparisce biancastro ed argenteo. Quando le cellule sono molto distese dal grasso, sparisce la parete; però colla fortissima compressione si rompe, il grasso fuoriesce, e resta come una membrana sottile senza struttura. Alcune cellule, però, mancano di una vera parete e vi ha invece un sottile strato di protoplasma. Si distinguono l'una dalle altre, poichè trattandole colla soda diluita od anche coll'acido acetico, le seconde (quelle con uno strato di protoplasma) lasciano scappare in grosse goccioline il grasso, mentre le prime restono indifferenti: eguale risultato si ha in quelle colla pressione, mentre queste soltanto si possano appiattare o divenire poliedriche. La parete, oltre di essere resistente contro l'acido acetico, si comporta egualmente cogli acidi minerali attenuati. È rimarchevole inoltre l'inalterabilità di queste cellule col tempo. Czermak ha trovato gruppi di cellule adipose sotto la cute della mano in cadaveri *mummificati* disseppelliti nella Chiesa di S. Michele a Bordeaux.

La grandezza delle cellule è variabile nei limiti di 0,01"—0,03"—0,06", a seconda le specie animali, l'età (sono più piccole nella gioventù che nello stato adulto) e secondo il grado d'ingrasso. Nell'uomo misurano 0,01—0,04—0,2 Mm. e secondo Fur-

stenberg (1) nel Cavallo	»	0,035"
« Giovenco	»	0,05"
« Pecora	»	0,04"
« Capra	»	0,25 "
« Porco	»	0,06 "
« Cane	»	0,03 "
« Oca	»	0,04 "

Secondo *Valentin* compariscono nell'embrione umano di già verso la quattordicesima settimana, ma senza grasso. *Gerlach* e *Frey* non l'hanno confermato.

Secondo *Harting* le cellule adipose dell'orbita dei neonati sono la metà, e quelle della palma della mano un terzo delle cellule degli adulti. Sarebbe il caso di vedere se vi esiste differenza di dimensione tra le cellule degli individui magri e quelli dei grassi. Lo sviluppo delle cellule adipose si può osservare bene nel perimisio (*Virchow, Wittich, Forster*) nella midolla delle ossa, nel tessuto sottosieroso ecc.

(1) Müller F. Lehrbuch der Physiologie des Haussäugethiere. Vien 1862 pag. 222.

Nel riunirsi queste cellule pare si dispongono a grappoli, ognuno dei quali vien circondato da una rete capillare, che penetra nell'interno e circonda colle sue maglie piccoli gruppi quasi ogni cellula. *Hessling* vi aggiunge per ogni grappolo una membrana connettiva che lo circonda; ma per lo meno non è d'ammetersi generalmente, e quando esiste non è mai completa da poterla ritenere come una membrana propria. Le cellule che hanno cominciato a contenere grasso nell'embrione, e quelle che si trovano in identiche condizioni nello stato adulto, od interamente opposte per atrofia pregressa del tessuto adiposo, si riconoscono sempre, perchè in massima sono rotonde o poliedriche e sembrano circondate da membrana a doppio contorno. Di talchè per quanto siano elementi del tessuto germinale, pure per la loro morfologia e disposizione, e pei loro rapporti coi vasi sono proprio da considerarsi con *Kühne* come altrettanti serbatoi quasi specifici di grasso. Il contenuto di ogni cellula è liquido alla temperatura animale sia negli omeotermi che negli eterotermi. Col raffreddamento si riprende particolarmente nei primi. Alle volte il grasso cristallizza in aghi che si riuniscono in fasci od in stelle. Negli animali dimagrati o pure malati, come è il caso ordinario, in cambio di grasso possono contenere siero, onde si chiamano ancora cellule a siero (*serumhaltige*) (1).

Le cellule si devono distinguere nello stadio di sviluppo ed adulto. Nel primo caso hanno una parete fatta da uno strato di protoplasma granuloso. Si può osservare lo sviluppo benissimo nelle sierose, od anche nel midollo delle ossa. Sono sempre preferibili gli animali all'uomo perchè si possono fare le osservazioni su pezzi presi subito che gli animali si sono ammazzati.

Le cellule adipose sotto il rapprendimento del loro contenuto perdono il loro aspetto elegante, la loro rotondità, l'elasticità, e divengono scabre, angolose. Il riscaldamento ripristina il vecchio aspetto.

Le cellule ripiene di cristalli sono torbide, ed a primo aspetto sembrano ripiene di granuli.

Le cellule non si riempiono di siero tutto ad un tratto, ma questo comparisce come uno strato tra la parete ed il grasso, che a poco a poco cresce finchè occupa tutta la cellula.

(1) Gurlt. *Lehrbuch der vergleichenden Physiologie* ec. Berlin. 1865.

Il nucleo in questo stato ritorna a comparire, sebbene *Gerlach* crede che nella maturità si riduca in molecole.

Il contenuto, come in generale il grasso animale, è un grasso neutro, è un *etere glicerico*, in cui i tre atomi d'idrogeno dell'alcool glicerico sono sostituiti da tre atomi di acidi grassi, i quali generalmente si riducono all'acido palmitinico, stearinico ed oleico. Oltre di ciò vi ha degli acidi speciali, come l'ireinico per la capra e specialmente pel becco, donde il suo speciale odore, l'acido valerianico che si estrae dall'olio di Delfino, e l'acido miristinico e laurico dall'olio del *Physeter macrocephalus*, delle Balene etc.

Combinati i suddetti acidi formano la tripalmitina, la tristearina e l'oleina, di cui passo a dare le formole con i caratteri più salienti.

La tripalmitina risulta da
$$\left. \begin{array}{l} C_{66} H_{110} \\ (C_{32} H_{51} O_2) 3 \end{array} \right\} O_6$$

Non la si può isolare pura, ed in cambio se ne estrae l'acido palmitinico
$$\left. \begin{array}{l} C_{32} H_{51} O_2 \\ H \end{array} \right\} O_2$$
 il quale cristallizza in a-

ghi che si riuniscono in fascio, e si fonde a 62° C. Una volta fusa, cristallizza in squame.

La tristearina,
$$\left. \begin{array}{l} C_{66} H_{110} \\ (C_{36} H_{55} O_2) 3 \end{array} \right\} O_6$$
 in cambio si ottiene pura dal

sego pecorino; cristallizza in laminette di un bianco perlaceo e si fonde a 61° C. Alla temperatura di 54° si riduce in una massa cerosa. Si scioglie facilmente nell'alcool e nell'etere, bollenti, mentre a freddo è presso a poco insolubile.

L'acido stearico
$$\left. \begin{array}{l} C_{36} H_{55} O_2 \\ H \end{array} \right\} O_2$$
 cristallizza nella soluzione al-

coolica raffreddata in grosse squame, e da sè, dopo fusione, in aghi. Il miscuglio di tripalmitina e di tristearina, e l'altro di acido stearinico e palmitinico sono stati indicati sotto il nome di margarina e di acido margarico. Nell'etere e nell'alcool bollente si scioglie, e le soluzioni come quelle dell'ac. palmitinico reagiscono sensibilmente acide.

L'oleina
$$\left. \begin{array}{l} C_{66} H_{110} \\ (C_{36} H_{55} O_2) 3 \end{array} \right\} O_6$$
 del pari si può separare pura dal

grasso animale. L'oleina è liquida alla temperatura ordinaria e si rapprende sotto lo 0°. Ha la proprietà di sciogliere tutti i grassi

solidi, e particolarmente sopra i 30°; e queste soluzioni si risolidificano ad una temperatura che è corrispondente alla quantità dei grassi disciolti.

L'acido oleinico $\text{C}_{36} \text{H}_{72} \text{O}_2$ si scioglie nell'alcool e debolissimamente forse anche nell'acqua.

In quello cristallizza in aghi. Quando è puro, è di reazione neutra; ma siccome all'aria facilmente si altera per lo sviluppo di acidi grassi volatili, così non si ottiene in tale stato che molto difficilmente. Trattandolo coll'acido nitroso si cangia in un acido isomero, solido e cristallino, l'ac. elaidinico; e se si distilla in fine collo stesso acido nitrico fumante si ottengono tutti gli acidi grassi volatili, a cominciare dal formico sino al caprinico. Si sdoppia in acido palmitinico ed in acido acetico fondendosi colla potassa idrata.

Benchè il grasso dei nostri animali domestici come quello dello stesso nostro organismo vien composto delle tre sostanze anzidette, pure le qualità e le proprietà ne sono differenti nelle diverse specie a seconda delle proporzioni dell'oleina colle altre due sostanze, e viceversa.

I ruminanti e quindi il montone ed il bue hanno il grasso solidissimo: gli altri molle, e cominciando dal porco, si presenta meno molle nel cane ed ancor meno nel cavallo.

Nel cavallo il grasso ad 8° R. si è rappreso ed a 26° R. poi si fonde. Il suo peso specifico a 0° è di 0,914, contiene il 3 1/2 0/10 di stearina.

Il grasso del bue consiste di 3 1/4 di stearina e palmitina ed il resto di oleina. Il suo peso specifico a 0° è di 0,900. Il grado di temperatura per la fusione è di 38°, ed a 34° si rapprendo: quello però estratto dal piede non si congela anche nel ghiaccio. Il sego del montone è ancor più carico di stearina e più difficilmente si fonde. Il grasso del cane contiene 27 di stearina. Quello del porco risulta quasi esclusivamente di palmitina e di oleina; è fusibile a 24°. Infine il grasso umano si avvicina molto a quello del porco sebbene contiene più stearina.

« L'oleina scioglie la palmitina e la stearina e quindi il suo « maggiore o minore predominio determina il grado della fusibilità, della compattezza ecc. Il grasso è solubile nell'alcool « bollente, nell'etere, nel solfuro di carbonio, nel cloroformio. Agitato il grasso coll'albumina si emulsiona; lasciato a sè, come

accade nel cadavere, col raffreddamento si cristallizza e le cellule s' intorbidano. Non si sa di preciso la composizione della parete di queste: non è di natura elastica perchè si scioglie nel succo gastrico.

Oltre di ciò le proporzioni variano secondo i luoghi e le parti dell' organismo. In generale la midolla dell' ossa contiene il 40 0/10 di meno di stearina proporzionatamente alle altre parti; più poca stearina altresì secondo *Goubeaux* vi ha per es. nel grasso della punta del petto del gioveo in paragone di quello si trova nel mesenterio, nel pericardio, nella base del cuore, e della cavità orbitale.

Il grasso animale è colorato per i pigmenti che l'orcina tiene del pari sciolti, e la cui natura non è tuttavia determinata. Fra gli animali domestici ad eccezione del porco, della pecora e della capra che l'hanno bianco, il buco l'ha leggermente giallo, più ancora il cavallo, ed è rossastro nel cane e nel gatto. Nell'uomo del pari è giallastro. La colorazione nei processi atrofici aumenta, fin quando l'atrofia non è compiuta.

Nell'uomo in condizioni normali la quantità del grasso è stata valutata ad un ventesimo del peso del corpo. Negli animali poi è variabile secondo il genere e la specie, il modo di vivere, la razza, il temperamento, il nutrimento, la capacità polmonale (1), e secondo ignote proprietà che si raggruppano sotto la parola di predisposizione. Certe sostanze favoriscono l'ingrassamento, come l'arsenico la cui amministrazione nei cavalli aumenta il grasso e fa divenir lucido il pelame.

Il grasso non si trova in tutte le parti del corpo: abbonda sotto la pelle e costituisce il pannicolo adiposo, al petto, al collo, sulle natiche, alla volta del piede, nella cavità addominale attorno ai reni e nel mesenterio e nell'epiploon, attorno il cuore, il pericardio, i bronchi, i grossi vasi, nella midolla delle ossa, nella midolla spinale, attorno gli occhi, le articolazioni, e tra i muscoli quando soprattutto l'ingrasso è considerevole. Alle volte il grasso

(1) Il Professore Thiersch comunicava oralmente in Lipsia al Professore Schrön ed a me, che merco esatte iniezioni aveva determinato nei roditori e nei carnivori che l'ingrassamento è in ragione della piccolezza della capacità polmonale — 4/8 di quella del corpo nei roditori. Ciò si accorderebbe con l'osservazione antica degli agricoltori che gli animali a petto stretto s' ingrassano di più.

che si accumula sulle sinoviali e si introduce per piaghe della sinoviale nell'articolazione e forma le così dette glandole di *Havers*.

Sulla questione della genesi del grasso si sa oggi che triplice n'è la sorgente, cioè o proviene dal grasso in sostanza che si introduce cogli alimenti, o dagli idrati carbonici e dalle sostanze albuminoidi che s'introducono cogli alimenti o da quelli che si trovano nell'organismo.

L'antica opinione che il grasso proveniva da quello alimentare era smentita dai fatti giornalieri, giacchè gli animali producevano costantemente grasso nel latte anche quando il nutrimento, come il vegetale, n'era privo, e venne vittoriosamente combattuta da *Liebig* colle sue esperienze sull'ingrasso dei majali con patate e piselli. Oggigiorno le idee di *Liebig* si sono sempre più accertate, e mentre si ritiene che il grasso dell'alimento si va a depositare nell'organismo senza che per altro se ne possa dare la prova sperimentale incontestabile si sono meglio coneretate le idee sull'origine del grasso da altre sostanze, come dagli idrati carbonici, cioè l'amido, la destrina, lo zucchero ecc. che formano un importante gruppo nutritivo. *Gundelach* ha fatto delle positive esperienze sulla nutrizione delle api con puro zucchero; le stesse continuano a dar cera finchè l'alimento vien fatto dallo zucchero d'uva. Inoltre il grasso proviene direttamente dalle sostanze albuminoidi: anzi, stando a ciò che ci apprende la pratica degli ingrassi, è forse la sorgente più ordinaria e diretta. Si possono nutrire animali con carne senza grasso, e ciò non pertanto questo si produce e si accumula; e i polli possono per fluo essere ingrassati nutriti con carne magra (*Tscherinoff*). Questi fatti restano avvalorati anche dalla formazione di *adipocera* per lenta putrefazione di materia azotata come quando si lasciano pezzi di fibrina, pezzi di muscolo ecc. in acqua che spesso spesso si rinnova ed a fredda temperatura, o dalle vero metamorfosi o degenerazioni che non bisogna confondere, siccome splendidamente ci ha insegnato il *Virchow*, colle infiltrazioni.

Il grasso ha per proprietà una tal quale resistenza dei suoi elementi ed una certa mobilità che dipende dal contenuto liquido degli stessi. Il grasso non presenta fenomeni nutritivi nel suo largo ed effettivo senso, e perciò le cicatrizzazioni si fanno molto difficilmente nelle parti grasse.

Il valore fisico del grasso nell'organismo è diverso e più o meno importante. Generalmente è un riempitivo e contribuisce alla morbidezza ed alla rotondità delle forme organiche. Colla scorrevolezza delle sue cellule facilita i movimenti in alto grado degli organi che ne vanno circondati o rivestiti, come ad esempio l'occhio ed il cuore. La difficoltà del cammino, quando si è dimagrito, dipende in una certa parte da ciò. Il tessuto adiposo colla sua resistenza ed elasticità mitiga la pressione e gli urti che gli organi possono determinarsi scambievolmente, o che possono ricevere da fuori. Di qui l'utilità del grasso nei piedi degli animali, come nella suola del camello e del lama, nei cuscinetti plantari del cane, nel fettonc dei solipedi ove è misto a molto tessuto elastico. Nell'uomo perciò stesso non manca ai piedi, alle mani, alle natiche. È un cattivo conduttore del calorico e diminuisce il peso del corpo: quindi quando si è grasso si soffre meno il freddo nell'inverno, onde un forte paunicolo adiposo hanno gli animali del nord, ed è assai più leggero al nuoto.

Fisiologicamente poi considerato serve alla respirazione, e si può ritenere come un deposito calorifero, o come un serbatoio di materiali che hanno in certe condizioni la loro importanza. Gli animali grassi e condannati a morir di fame muojono molto più tardi dei magri, e i così detti animali ibernanti od animali che si assiderano nell'inverno come l'orso, il tasso, il ghio, la marmotta, sostengono la loro temperatura in gran parte col grasso; infine ha il suo valore funzionale nelle attività elementari e singolarmente in certi gruppi di cellule sia degli animali superiori che degli inferiori; ma non è certamente ora il momento di poterlo esaminare.

B. La *varietà pigmentica* infine è fatta da cellule di tessuto germinale con contenuto pigmentaceo. Tutte le cellule in vero si possano pigmentare, e non può essere nostra intenzione comprenderle tutte qui sotto la varietà pigmentica. Vogliamo in cambio solo alludere ai corpuscoli della corioidea ed alle cellule pigmentacee della pelle dei batracii, dei rettili ecc. che hanno forma determinata e determinate funzioni. La forma è la stellata con nucleo trasparente, ed un esempio rimarchevole nello stato sano si trova nel tessuto della corioidea. Il pigmento è granuloso e per lo più nero: la sua intima natura chimica non è tuttavia conosciuta. Nei batracii e nei rettili le cellule a pigmento si trovano molto sviluppate nella cute: sono di differente colore e contrattili, si eu-

noseono sotto il nome di *eromatofori*, e danno il vario colorito alla pelle degli stessi nelle differenti condizioni in cui sono posti, come ad es. il camaleonte, la rana ecc.

I movimenti e l'ufficio delle cellule pigmentacee l'abbiamo di già innanzi citato.

C. La varietà elastica (tessuto elastico, ancor detto *tela flava*, *Cloquet*) è molto caratteristica: è fatta da elementi che hanno il potere di distendersi in seguito a trazione, pressione e poscia di ripigliare la primitiva forma e posizione. Gli elementi sono le fibre elastiche di diametro variabile, che comincia da non potersi misurare sino a 0,003^m, 0,005^m, 0,0008^m, onde la distinzione di fibre elastiche sottili (fibre a nodo) e fibre larghe: sono cilindriche ed appiattite, a margini oscuri e lisci, contorti e si ramificano molto facilmente. La proprietà ottica di rifrangere doppiamente la luce si fa rimarchevole quando si privano d'acqua, o mercè il disseccamento, o mercè l'alcool, l'etere, e sono in una certa massa.

L'insieme è di un colorito marcatamente giallo, onde si distinguono facilmente le parti che le racchiudono in abbondanza. Le fibre vanno fornite di nuclei, situati per lo più in vicinanza delle loro ramificazioni, è talliati i loro margini, costantemente lisci ed oscuri, si mostrano dentellati (*Virchow*). Non è ancora messa fuori dubbio l'opinione di *Oehl*, *Frey*, e v. *Recklinghausen* secondo i quali le fibre elastiche sono cave a rappresentano così dei veri tubi; ma è fatta molto verosimile ricercando col metodo dell'ultimo dei precitati osservatori. Infatti se s'impregnano di nitrato d'argento frammenti di tessuto elastico ed indi si lasciano alla luce, le fibre si riempiono di un precipitato nero, che come uno stelo resta rivestito dalla strato esterno senza colore.

Le fibre elastiche sono molto resistenti ai reagenti (acidi, alcali, sali), e trattato per esempio il legamento cervicale del cavallo col metodo di *G. Müller* si separano dal resto dei tessuti con cui si trovano commiste e si presentano sotto la forma di una massa gialla alquanto resistente che sottoposta al microscopio appare come un fresco tessuto elastico.

L'*elastica* o *elastina*, che n'è la base chimica, è una sostanza collagena che si differenzia dall'albumina per la mancanza di zolfo. La formola n'è: C 55,5—H 7,4 — N 16,7—O 20,5. Colla reazione di *Millon* l'*elastica* si colora debolmente in rosso. L'acido sol-

forico ed il nitrico molto concentrati la sciolgono, ed altrettanto fa il ranno bollente di potassa concentrata. La soluzione di potassa e di acido solforico è brunorossa, quella di acido nitrico gialla e diviene gelatinosa. Bollendola coll'acido solforico dà come prodotto di decomposizione esclusivamente leucina. In acqua, nell'ammoniaca liquida e nell'acido acetico attenuato si gonfia.

Le fibre elastiche non corrono isolate. Ramificate come sono si riuniscono e formano reti, le quali quando restano più o meno lasche formano le *reti elastiche* propriamente dette, e quando invece si riuniscono più intimamente, s'intrecciano, si fondono, formano le *membrane elastiche*. Queste sono omogenee, portano aperture a traverso, e quando si dividono in brandelli, questi si arrollano.

Il tessuto è piuttosto sparso: forma degli organi speciali, come il legamento cervicale dei mammiferi, la tunica addominale dei grossi animali, le corde vocali, i legamenti sospensori del pene, i legamenti degli artigli retrattili dei canivori; forma strati membranosi come nei grossi vasi, nella mucosa respiratoria e sopra le pleure negli spazi intercostali; ed infine è più o meno largamente diffuso col tessuto germinale in tutti gli organi singolarmente nelle sierose e nelle mucose, nella pelle ed in particolare in certe parti della stessa come il fettone del cavallo ed in certi parenchimi: non manca nei tendini ed in alcuni legamenti come nel cosl detto legamento sospensore dei solipedi, o organo *tendinoso-elastico* del RUM (Ercolani, Schiff) (1).

Le fibre sottili sono quelle che accompagnano in massima il tessuto germinale; le larghe in cambio si trovano negli organi speciali esempio il rimarchevole legamento cervicale del cavallo, dei buoi, la tunica addominale. La membrana fenestrata poi si trova nella media delle arterie (Hente).

Una quistione bisogna qui ricordare, cioè quella sviluppatasi relativamente all'esistenza delle *fibre spiroidi*. Se si lasciano macerare nell'acqua per giorni o si trattano coll'acido acetico frammenti di connettivo della pelle, di una sierosa, dei tendini, ed in particolare dell'aranoide, i fasci degli stessi presentano dei restringimenti circolari ed a spira da presentarsi più o meno irregolari. Hente eredette di vedervi delle fini fibre elastiche che si sarebbero disposti a spira; ma Leydig, Reichert, Bandlin ed

(1) Ercolani. Sulla struttura del tessuto fibroso ecc.

altri l'hanno ritenute come un prodotto artificiale, dipendente dalla disgregazione o dalla rottura della guaina elastica che secondo essi circonderebbe ogni faseio. Tale spiegazione si appoggierebbe su ciò che i fasci di tessuto germinativo sotto l'azione dell'acido acetico si gonfiano e possono in tale circostanza rompere interrottamente la guaina elastica. Kölliker si è opposto a questo modo di vedere, e secondo lui le fibre spiroidi sarebbero non altro che prolungamenti di una rete di corpuscoli, prolungamenti ritirati e ravvolti attorno ai fasci del tessuto germinale.

Come e donde si sviluppa il tessuto elastico?

È indubitabile che provenga dal tessuto germinale, e ciò non è da alcuno contrastato; ma non sono tutti d'accordo sulla parte che vi prendono gli elementi e la sostanza intercellulare.

Müller, sin dal 1847, ed Hente (1) e Reichert (2) di poi, credettero che il tessuto elastico sorgesse per una specie di condensazione della sostanza intercellulare del così detto congiuntivo sia negli strati limitari che nei cordoni interni, nel quale ultimo caso ne risulterebbero le fibre. Virchow e Donders sostennero la tesi opposta, e per essi le fibre elastiche provengono direttamente dai corpuscoli germinativi. Nel 1861 Kölliker per estese ricerche sullo sviluppo del legamento cervicale dei mammiferi ritornò all'opinione di Müller.

L'esame accurato dei fatti oggigiorno non permette di dubitare sulla realtà di questo modo di sviluppo del tessuto elastico. Se non che pare limitato alla formazione di membrane omogenee assiste tutto al più in certe parti searsamente nucleate. Queste membrane o sono limitari come è il caso dello strato superficiale omogeneo e più o meno sviluppato del corion di quasi tutte le membrane mucose, sierose ecc.; o sono degli infossamenti interni di membrana o di organi speciali; o pure costituiscono pareti di elementi importanti. Nel primo caso abbiamo la membrana propria delle mucose, delle sierose, che gli antichi chiamavano membrana *jalina* e gli inglesi *basement membrane*, ed in alcuni punti ha un nome speciale ad esempio l'*etastica* anteriore della cornea negli animali dove esiste. Nel secondo caso si presentano nelle membrane proprie glandolari, e nel terzo nel sarcolemma. e nel-

(1) Jahresber, 1861, p. 29.

(2) Müller's Archiv, 1852.

la guaina di *Schvann*, l'uno parete della fibra muscolare e l'altra della nervosa. Altrettanto non si può ritenere delle fibre elastiche propriamente dette.

A prescindere dalle ricerche di due sì notevoli osservatori come il *Virchow* ed il *Donders*, le osservazioni appunto che facciamo sul legamento cervicale dei feti cavallini e bovini sopra i sei mesi fanno vedere che sono i corpuscoli che si allungano, si mettono in serie, si fondono nella fibra elastica, mentre il nucleo si spinge verso un punto della parete. Ma in ogni modo si deve riconoscere che la questione è tutt'altro che risolta.

Entrambi i modi poi probabilmente si effettuerebbero in certe membrane, come nella fenestrata delle arterie.

La nutrizione del tessuto elastico sviluppato è poco attiva; ed una vera riproduzione non è tuttavia dimostrata.

Il valore fisiologico del tessuto elastico è tutto meccanico. Neutralizza gli urti o per lo meno ne ostacola l'integra propagazione, ed un serio servizio rende a certi organi esposti direttamente od indirettamente agli urti del suolo. Nel piede del cavallo si trova in abbondanza e forma col grasso il corpo piramidale, che è una parte eminentemente elastica, e del pari abbonda negli altri animali. La sua utilità qui si comprende agevolmente. È resistente e viene in aiuto dei muscoli o ne supplisce con grande vantaggio l'azione. Il legamento cervicale, sviluppatissimo nei solipedi, nei rimunanti, s'incarica di conservare costantemente la testa in conveniente disposizione senza dispendio di forze muscolari; e legamenti analoghi per natura sollevano costantemente e nascondono gli artigli dei felini. Infine è estensibile ma ritorna ben tosto nella sua primitiva posizione e riflette attivamente l'urto ricevuto per la distensione. Con questa proprietà è una salvaguardia ed è una forza, onde nelle arterie ove abbonda ed in ispecial modo in quelle grosse, sotto la diretta azione dei moti impellenti del cuore, permette la dilatazione e l'allungamento di questi tubi ed impedisce le lacerazioni di ogni sorta che potrebbero essere conseguenza dei colpi dell'onda sanguigna; e d'altro canto restituisce come forza attiva a beneficio del movimento circolatorio l'impulso ricevuto.

L'azione elastica è costante ed inavvertita all'opposto dell'azione muscolare che è temporanea e fa sentire il bisogno del riposo.

LEZIONI XI e XII.

SOMMARIO — Tessuto cartilagineo, — esame istologico e chimico. Forme del tessuto cartilagineo, — cellulare, ialina, reticolata e fibrosa. Sviluppo e funzioni del tessuto cartilagineo. Tessuto osseo, — esame istologico e chimico. — Forme del tessuto osseo, — compatta ed areolare. Sviluppo ed uso del tessuto osseo. — Tessuto dentario, — Esame morfologico e chimico. Suo sviluppo ed ufficio.

I.

Il tessuto cartilagineo alla proprietà di essere elastico accoppia la solidità. Essendo un tessuto di sostanza congiuntiva presenta i suoi elementi in mezzo ad una sostanza intercellulare che può più o meno diminuire, ma è sempre visibile. Gli elementi, a parte la loro forma, restano presso a poco sempre gli stessi: al contrario la sostanza intercellulare subisce varie modificazioni di composizione e di struttura le quali caratterizzano parecchie forme di tessuto cartilagineo. Gli elementi o le cellule cartilaginee variano di forma, e dalla concentrica sino alla stellata passano per tutte le gradazioni: ellissoidale, ovale, semilunare, allungata, fusiforme ecc. Meno la stellata, sotto l'altre forme si presenta ordinariamente negli animali domestici come nell'uomo.

Nelle neoformazioni patologiche poi degli stessi, nei ruminanti e normalmente negli animali inferiori, come nelle seppie, nelle raje, si presentano stellati. Le cellule giovani risultano da un nucleo con o senza nucleolo e da un protoplasma granuloso che lo circonda senza parete; ma come si avanzano in età, così il protoplasma s'indura, si limita, si ispessisce alla periferia e si fa alquanto resistente ai reagenti, e quando si tratta coi comuni metodi d'imbibizione apparisce il protoplasma circondato da un distinto strato alquanto spesso. Alcuni vogliono cioè spiegare per il rapprendimento della sostanza protoplasmatica sotto l'azione dell'acqua; ma è molto probabile che tal fiata preesista questa sottile parete. Il protoplasma è di consistenza gelatinoso, ora chiaro

ed ora granuloso, ed il nucleo al principio visibile e distintamente vescicolare è del pari ora finalmente granuloso ed ora chiaro. In generale si può dire che è indizio di gioventù per parte delle cellule l'essere il nucleo ed il protoplasma opachi ed alquanto granulosi. In media le cellule cartilaginee misurano 0,015^{mm}; presentano movimento molecolare, nei loro granuli, ed anche movimenti sarcodici rimarehevolissimi secondo le osservazioni di Virchow e di Grohe fatte su *encondromi*.

Il contenuto alle volte può essere in tutto od in parte rappresentato da grasso, e qualche volta in tanta abbondanza da simulare proprio cellule adipose. Nei grossi animali domestici però si avvera molto limitatamente, e se si eccettua la cartilagine del corpo cloniotante le cui cellule nel cavallo contengono spesso granuli di grasso piuttosto grandi, e quelle della cartilagine reticolata delle artinoidi per es. del Bue, le quali cellule sono trasformate in vescicole di grasso, per lo più si riduce a piccole goccioline; è rimarchevole però nel setto nasale dei sorci, ed in generale nel laringe dei roditori (*Leydig*) e del pipistrello secondo assicura Kölliker. Più raramente si suol trovare pigmento. Kölliker dice aver trovato tali cellule nel laringe dei ruminanti e *Leydig* nella sclerotica della *Menopoma alleghanensis*; io ho visto spesso pigmentato il nucleo delle cellule cartilaginee della conca auricolare del cane. Alle volte col grasso si possono trovare molecole di carbonato di calce, ma possono anche esistere sole quest'ultime.

Le cellule sono contenute in una cavità della sostanza intercellulare limitata da uno strato più marcato e più spesso del rimanente e si adatta immediatamente alla cellula che circonda. Questo strato è ciò che dicesi capsula della cellula cartilaginea o seconda parete dei passati istologi, che si distingue dall'*otricolo primordiale* o parete propria della cellula per la sua differente composizione. Nell'interno della capsula le cellule si moltiplicano e può ciascuna circondarsi di una capsula o restar nuda, rimanendo sempre comprese nella primitiva.

La composizione delle cellule cartilaginee è l'albuminoidea e si prova al microscopio ripetendo le prove di M. Schultze. Se si praticano dei sottili tagli di cartilagine e questi si trattano con acido solforico e zucchero le cellule si coloreranno rosso-porpora, a differenza della sostanza intercellulare che diventerà gialla. Sotto

l'azione di forti acidi e di soluzioni alcaline la parete non si scioglie; il contenuto al contrario si scioglie facilmente massime negli acidi diluiti e nelle soluzioni alcaline. Il nucleo è più difficilmente solubile.

La sostanza intercellulare può mancare, e negli animali come nell'uomo se n'ha un esempio nel periodo fetale in parecchie cartilagini e particolarmente nella corda dorsale.

Ma esiste più ordinariamente, e può essere omogenea, semitrasparente, solida, rifragente doppiamente la luce; comincia attorno alle cellule colla capsula cartilaginea detta di sopra, la quale non è altro se non che uno strato più addensato della sostanza stessa e che qualche volta suole essere multiplo da avere così parecchi strati concentrici attorno ad una o più cellule. Le capsule limitano le così dette *carità cartilaginee*, e queste possono essere rotonde, ovali, più o meno allungate a seconda il numero delle cellule contenutevi. Quando la cellula è sola si adatta interamente alla parete, e singolarmente poi quando è giovane il suo orlo si perde colla capsula e pare che questa ne fosse la membrana circondante un protoplasma ed un contenuto. Quando le cavità sono ovali e racchiudono due cellule queste prendono la forma pressochè semicircolare: se sono più, la forma n'è variabile. Si mette in evidenza la cellula contenuta nella lacuna anche quando nello stato fresco pare confondersi con la capsula della stessa mercè l'azione diretta dei reagenti. Così soluzioni allungate di acidi, soluzione di zucchero, e particolarmente la corrente elettrica fanno contrarre o raggrinzare la cellula, onde si produce uno spazio tra la periferia di questa e la capsula suddetta. La capsula suole essere dentata e nelle vecchie cartilagini in particolari perforata da *poro-canali* o proprio canali umoriferi. *Reichert, Bergmann* ed altri li credettero nelle cartilagini giovani effetto di una illusione ottica; ma oggi non è più a dubitarne e pressochè tutti gli Istologi l'ammettono, sebbene non fossero egualmente di accordo sulla loro formazione. Abbiamo l'esempio della sostanza intercellulare sottoponendo ad esame al microscopio uno strato sottile di setto nasale o di una cartilagine che riveste le superficie articolari. Ordinariamente è coi caratteri precitati che si manifesta, ma suole presentarsi ancora finamente granulare, ed in alcuni punti finamente striata; le strie sono sempre in direzione parallele e terminano per fondersi e continuarsi un'altra volta

con sostanza omogenea. Per lo più si accompagna quest'apparenza con un'attiva proliferazione e precede il processo di calcificazione che può subire la cartilagine. Ad ogni modo la quantità della sostanza intercellulare è significativa. Se intanto osservassimo le stesse cartilagini fetali ed a differente grado della vita intrauterina sarebbe rimarchevole la scarsezza della sostanza intercellulare e tanto più per quanto maggiormente giovane è la cartilagine. Osservazioni analoghe si possono fare su altre cartilagini di simil genere, e ne risulta chiaro che la sostanza fondamentale od intercellulare aumenta coll'età. Corrispondentemente le capsule si allontanano e s'ispessiscono, e quasi si possono separare con reagenti appropriati.

Gli acidi e gli alcali caustici sciolgono la sostanza intercellulare, o quando per lo spazio di 12 a 24 ore si bolle dà una soluzione gelatinosa, e se ne estrae, siccome scoprì *G. Müller* la *condrina* o *condrogena* di *Kühne*; poichè la condrina si ottiene soltanto dopo la bollitura e quindi non pare che esista preformata. La condrina è più povera di azoto della gelatina, ha proprietà differenti, e secondo l'analisi centesimale la sua formola è: C 49,9 — H 6,6 — N 11,5 — S 0,4 — O 28,6. Gli acidi allungati e gli alcali la precipitano e l'acido tannico v'induce soltanto un intorbidamento. La condrina devia a sinistra la luce polarizzata più della gelatina. Suo prodotto di decomposizione è la leucina; ma se si bolle con acido idroclorico dà inoltre vero zucchero fermentescibile (zucchero d'uva). È notevole la produzione di zucchero dalla condrina per meglio apprezzarne la natura ed il significato, giacchè si fa sempre più probabile che è un corpo che si approssima ad un'amide d'idrato carbonico, ed anche più verosimile la somiglianza che si è voluto trovare colla cellulosa, sostanza idrocarbonata che si dispone pure a capsule e forma il sostegno o l'impalcatura delle piante. Già abbiamo più innanzi citato il caso delle cellule così dette a doppia parete sparse nelle piante, e rappresentate nell'economia animale dalle cartilaginee, le cui membrane esterne non sono che il risultato della configurazione speciale della sostanza intercellulare.

La sostanza intercellulare è *materiale formato* o prodotto cellulare. Il processo pare che ne sia una metamorfosi del protoplasma periferico secondo *Schultze* e *Brücke*, e secondo *Virchow*, *Remak*, *Frey* un prodotto di secrezione. Ad ogni modo ogni cel-

lula è circondata da una quantità di sostanza intercellulare che è suo proprio prodotto ed alla cui economia par che soprintenda. Questa divisione in particolari zone nutritive del tessuto cartilagineo è effettiva; giacchè se si trattano tagli di cartilagine con una soluzione di potassa al 35 0/0 o pure coll'acido solforico si suddividono in tante porzioni, ciascuna contenente una cellula nel centro ed una zona periferica di sostanza intercellulare. Meglio anche si riesce imitando *Heidenhain*, il quale usa far digerire i pezzi di cartilagine per lo spazio di 5 settimane nel miscuglio di *v. Wittich* (1). Ciascuna porzione può risultare fatta da cerchi successivi con un grado differente di rifrazione luminosa, ed ognuna si adatta all'altra immediatamente in modo che non vi è sostanza intermedia che sia fuori il territorio di ciascuna cellula, o di più, quando questa è proliferata. Questi dati di genesi e di disposizione della sostanza intercellulare lasciano intendere meglio il fatto della sua quantità variabile a seconda l'età, e della sua composizione differente da quella del protoplasma cellulare,

Come gli elementi cellulari potevano portar grasso e molecole di calce, od anche pigmento, così anche la sostanza intercellulare può presentar le dette materie tal fiata isolate o pure riunite. Molto raramente si ha ad osservare granuli di pigmento; con più frequenza le molecole di grasso per lo più sparse ed associate a granuli di calce; e consuetamente infine questi ultimi.

La calce si può limitare alla sostanza intercellulare e quindi impregnarla tutta a cominciare dalle capsule sia generali che speciali, od estendersi altresì alle cellule. Questa formazione di calce va sotto il nome di *calcificazione* che nella cartilagine, nel periodo fetale come nell'adulto e fino alla morte, è un fatto molto ordinario. Senonchè questa *calcificazione* può consistere in un deposito o formazione di calce restando la composizione chimica del tessuto cartilagineo pel resto la stessa, e può in cambio consistere nel deposito in predominio di fosfato di calce ed accompagnarsi ad un cambiamento chimico e ad un altro più signficante morfologico. In quest'ultimo caso si ha l'*ossificazione* che esamineremo più appresso. A parte lo stato patologico, in cui la calcificazione è molto frequente fra i processi regressivi, dessa ne-

(1) Acqua 400 CCm.
A. nitrico 1 »
Clorato di potassa 1.

gli animali domestici come in generale negli animali superiore è ordinariamente uno stato transitorio della cartilagine, o se persiste è possibile colla vita della parte.

Se intanto ora ci rappresentiamo un taglio della cartilagine della conca dell' orecchio del cavallo o anche meglio della conca del cane, è facile a riconoscerci le cellule anzidette circondate dalla solita capsula cartilaginea scoperta e ben descritta prima da Virchow, ed indi uno strato leggero di sostanza omogenea che fa seguito alla capsula. Però questa non si continua per tutta la estensione dello spazio intercellulare e ben presto fa seguito una rete di evidenti fibre elastiche ramificate che si dispongono variamente, s' intrecciano, si fondono, costituiscono una rete, la quale circonda i piccoli territorii di sostanza gelatina con all' interno le cellule cartilaginee. L' analisi chimica vi estrae l' *elasticeina* la quale dà a questa sostanza intercellulare il potere di resistenza marcata ai reagenti ed alla cottura. L' origine della rete elastica predetta è dipendente dalla sostanza intercellulare la quale, come osservò *Babl-Rückhard*, si metamorfosa direttamente in fibre elastiche. L' esempio portato adunque ci prova che la sostanza intercellulare può essere supplita da tessuto elastico.

Ma può essere altresì rimpiazzata da reale tessuto germinativo della forma fibrillare ordinaria, ed in questo caso dà prodotti chimici corrispondenti a siffatta costituzione istologica.

Ed infine può restare omogenea ma non dare condrina nè altra sostanza collagena come è il caso delle cartilagini embrionali anche con notevole quantità di sostanza intercellulare.

Ora riepilogando le cose dette finora si ha a notare che le cellule cartilaginee restando sempre le stesse in sostanza, variano nella loro aggregazione. Possono stare associate sole, o pure mercè una sostanza intercellulare di diversa composizione e di varia figura. Onde a norma di ciò si distinguono le seguenti forme di cartilagine:

1. Cartilagine senza sostanza fondamentale, o cartilagine cellulare;
2. Cartilagine gelatina o con una sostanza intercellulare in massima omogenea a base di condrina o meglio condrogena. Nella vita fetale però non si estrae nè condrina nè altra sostanza collagena (*Kühne*).
3. Cartilagine reticolata o con sostanza intercellulare rappre-

sentata in massima da tessuto elastico. Nella conca del cane è ordinariamente calcificata.

4. Cartilagine *fibrosa* con sostanza intercellulare rappresentata da tessuto germinativo.

a) La prima forma, come ho di già cennato, costituisce la corda dorsale degli embrioni e di taluni pesci adulti, come altresì le lamelle branchiali di taluni tra gli stessi (*Költiker*).

b) La seconda o cartilagine *julina* è la forma più sparsa nel periodo fetale come nel resto della vita. In questo secondo periodo nel cavallo ed in tutti gli animali domestici, come altresì nell'uomo, costituisce le cartilagini d'inerostamento o delle superficie articolari delle ossa, e le cartilagini epifisarie o d'accrescimento fin quando queste esistono; costituisce il setto del naso, le cartilagini nasali, quelle del laringe meno l'epiglottide e le cartilagini aritnoidi, e le cartilagini della trachea e dei bronchi; si trova nelle cartilagini plantari del cavallo, e nella tracheliena.

c) La forma elastica o cartilagine reticolata si trova in generale nella conca e cartilagini dell'orecchio, nelle cartilagini del Santorini, nell'epiglottide e nei processi vocali della cartilagine ericoide.

d) La *fibrosa* o *fibro-cartilagine* forma le fibro-cartilagini interarticolari o *menischi* come nell'articolazione femoro-tibiale, le *labbra cartilaginee* o cercini delle cavità articolari, ad esempio della cavità otiloidea del bacino; si trova nella cartilagine palpebrale ed infine nei legamenti delle sincondrosi.

Vi sono però delle cartilagini, come si direbbe di transizione tra la forma *julina* e la *fibrosa*, o le cartilagini miste, e sono le cartilagini costali e l'appendice xifoide. Inoltre le cartilagini costali, quelle di Eustachio ed altre danno l'esempio di cartilagini calcificate.

Il tessuto cartilagineo è bianco opaco, trasparente nei tagli sottili, o bianco-giallastro. Accoppia alla solidità una elasticità rimarchevole.

Il tessuto cartilagineo e gli organi che costituisce sono dopo la vita embrionale privi di vasi, ed hanno i fenomeni nutritivi e riproduttivi molto limitati. La cartilagine si rinnova morfologicamente mercè la moltiplicazione delle sue cellule e mercè la metamorfosi del tessuto germinale che come una membrana speciale può avvolgerla (*pericondrio*). Entrambi i modi di produzione sono attivi nel feto, ma rimangono lenti pel resto della vita, e col

predominio dell'uno o dell'altro in questa o quella cartilagine, fino quasi a cessare nella vecchiaia. Le cellule il plasma nutritivo hanno dai vasi circostanti del pericondrio, o delle ossa per le cartilagini d'incrostamento, e vi giunge attraversando la sostanza intercellulare. Perciò i così detti poro-canali delle capsule cartilaginee o anche se vuolsi i canali umoriferi disimpegnano un grande ufficio anche nelle cartilagini, singolarmente quando le capsule son ispessite o moltiplicate. In generale però le cellule più vicine alla sorgente del plasma sono significativamente proliferanti, ad esempio le cellule dello strato profondo delle cartilagini d'incrostamento.

Stando ai periodi di sviluppo le cartilagini si distinguono in cartilagini *transitorie* o *d'ossificazione*, ed in cartilagini *persistenti*. Le prime terminano sempre coll'ossificarsi, e le seconde restano costantemente tali.

L'ufficio delle cartilagini è tutto meccanico. Mercè la loro cedevolezza neutralizzano le scosse e gli urti, o ne mitigano la propagazione. Si trovano quindi nelle articolazioni generalmente come cartilagini d'incrostamento, ed in qualcuna speciale, esposta molto agli urti, a guisa di *menischi*. L'istesso ufficio disimpegnano nelle sinfisi o nelle sicondrosi ed in qualche altra articolazione a legamento fibro-cartilagineo, ove si trova accoppiata la solidità dell'articolazione e la bontà di non restare offesa sotto l'azione di reiterati colpi.

II.

Il tessuto osseo è il più solido dell'economia ed è un altro tessuto specifico del gruppo dei congiuntivi. La parte più saliente in esso pare che fosse il comune corpuscolo osseo anche detto *osteoplasto*, osservato forse da *Leeuwenhoek*, descritto da *Purkinje* nei denti, e generalizzato pel tessuto osseo da *G. Müller*. Questi lo chiamò *corpuscolo calcoforo* e lo ritenne impregnato di sostanza calcarea, sospettando vagamente che coi suoi rami anastomotici riunendosi cogli altri rami dei corpuscoli vicini avesse costituito un sistema di canali inservienti alla distribuzione dei succhi nutritivi nell'osso. Anche *Treviranus* e più tardi *Lessing* coltivarono quest'idea sull'ufficio dei corpuscoli ossei, ed ha preso il valore di una dimostrazione soltanto con *Virchow* e *Kölliker*. Con *Vir-*

chow prese altresì sviluppo la quistione del valore istologico dei corpuscoli ossei. Sono cioè i corpuscoli essi stessi cellule ramificate con un contenuto ed un nucleo, o sono soltanto delle lacune in cui si annida la vera cellula ossea? *Hentle* e *Beale* combatterono la prima opinione sostenuta da *Virchow*, e la seconda da essi difesa è oggi, meno qualche leggiera particolarità, accettata da tutti i buoni istologi. *Leydig*, *Gegenbaur*, *Reklinghausen* ed altri meritano onorevole menzione per averne appoggiato consplendidi fatti e divulgato l'insegnamento.

Mentre tali progressi si compivano sulle conoscenze istologiche del tessuto osseo, nuovi fatti si acquistavano per intenderne la vera genesi e stabilirne meglio la chimica composizione. La vecchia sentenza che il tessuto osseo derivava da metamorfosi diretta del cartilagineo era abbattuta, e le ricerche di *Sharpey* e *Bruch* dapprima e le ultime quasi di *Errico Müller* han dimostrato pressochè generalmente che il tessuto cartilagineo si metamorfosava direttamente in tessuto osteogeno le cui cellule passano ad essere le vere cellule ossee e producono la sostanza intercellulare. Poggiato su quest'origine i buoni chimici attuali insistono sempre più sulle differenze che le ricerche dirette fanno trovare tra la condrina e l'osseina, e con ragione ha potuto dire il *Kühne* che tutte le congetture fin'ora emesse sulla filiazione della base chimica della sostanza intercellulare del tessuto osseo da quella del cartilagineo sono state *superflue*.

Seguendo il sistema precedente passo ad esaminare prima le cellule e la sostanza intercellulare dal lato istologico e chimico; indi le forme di tessuto osseo che colla loro disposizione costituiscono; ed infine lo sviluppo, i caratteri fisici, le proprietà o le azioni fisiologiche dello stesso.

III.

Se si esamina un sottile taglio d'osso privo di sali calcarei ed indi imbevuto a carminio, o se si porta a sufficiente sottigliezza un pezzo d'osso giovane sulla ruota e poscia si arrossa come il precedente, si ha da osservare nell'uno o nell'altro preparato una serie di cellule di forme irregolari incastrate in mezzo ad abbondante sostanza intercellulare. Son dette le cellule ossee propriamente dette con un distinto nucleo, più o meno vescicolare ed un proto-

plasma finamente granulare e di forma variabile tra la rotonda e la stellata. Possono essere talvolta rappresentate da semplici nuclei, e possono talvolta mancare del tutto. Giacciono in cavità o lacune ovali o multocanaliculate, e per questi canali le cellule spingerebbero i prolungamenti del loro protoplasma con cui si riuniscono ad analoghi prolungamenti delle cellule vicine secondo *Gegenbaur*. *Hentle* e *Beale*, però, opinano che i suddetti prolungamenti, ove vi siano, si arrestano al principio dei canalicoli delle lacune, e le cellule ossee, come le altre dell'organismo, dice *Beale*, non divengono mai stellate *per mandar fuori dei processi* (1).

Oggi è facil cosa dimostrar inesatta l'opinione di *Hentle* e falsa quella di *Beale*; ma con tutto ciò non si devono avere in dispregio, giacchè ai tempi e nelle condizioni in cui l'emisero era certamente un progresso scientifico. La sostennero infatti quando *Virchow* considerava come parete di queste cellule la parete (se pur tale può dirsi) delle lacune, e i canali di queste i rami di quelle.

Le cellule nelle lacune guazzono in un liquido, di cui si sa la reazione; ed è alcalina nelle lacune degli strati superficiali delle ossa e neutra in quelle degli interni o vicini al canale midollare.

IV.

La sostanza intercellulare ossea è in massima omogenea, lacunosa e canaliculata. Le lacune, ovali come ho detto, cominciano con uno strato talvolta ispessito della sostanza intercellulare il quale si continua attorno i canalicoli. Se si tratta un pezzo d'osso fresco col processo di *Virchow*, cioè se si tiene in una soluzione bollente di soda dopo d'averlo sottoposto all'azione dell'acido idroclorico, allora si fa possibile l'isolamento delle lacune coi loro prolungamenti, l'uno e gli altri limitati da uno strato che è quasi parete. Come tale la considerò *Virchow* ed era per lui parte dei costituenti morfologici delle cellule ossee; ma se è parete pei moderni l'è soltanto come inizio e limite della sostanza intercellulare: l'è quindi estranea alla cellula ossea, e si può soltanto paragonare alla capsula delle cellule cartilaginee o così detta seconda membrana delle stesse: perciò si può anche meglio chiamare *capsula*

(1) *Beale*. Op. c. p. 187.

ossea o delle cellule ossee. Queste lacune sono comunemente conosciute sotto il nome di *corpuscoli ossei* od *osteoplasti*, ed i canali di comunicazione come *canaliculi ossei* e prima anche sotto il nome di *canaliculi calciferi*. Gli uni e gli altri sono effettivamente vuoti. *Gerlach* è giunto ad iniettarli ed a mettere, anche con un'altra prova, fuori dubbio questa quistione. Impertanto quando si esamina un pezzo d'osso assottigliato alla ruota e senza quindi averlo privato delle sostanze minerali, a luce rifrangente le suddette lacune con i relativi rigonfiamenti si presentano neri e quindi appaiono ripieni. Tale fu l'apparenza che li fece giudicare pieni di calce; apparenza che è un prodotto d'artificio. Infatti dipende dall'aria che vi si è intromessa facendone la preparazione; onde quando la si caccia con un liquido, sia l'acqua, o meglio con qualche liquido resinoso, i corpuscoli si vedono chiari, ed i canaliculi spariscono.

Negli uccelli, al contrario, l'aria che si trova nel canale midollare arriva secondo *Leydig* anche nella cavità in discorso.

Le lacune o corpuscoli sono in massima ovale, ma non ne mancano di lenticolari e di forme irregolari: misurano nella lunghezza 0,008 sino a 0,02 "", e nei diametri trasversi da 0,003 a 0,006 "" o 0,002 a 0,004 "". Non sono uniformemente sparsi, ma in massima stando ai calcoli di *Welcher* si trovano al numero di 680 ad 800 in un Mm. quadrato, o secondo *Harting* nell'istesso spazio dai 709—1126. È il vero caso di dire che chi non vuol credere nè all'una, nè all'altra cifra, li torni a contare. I canaliculi sono senza numero, del diametro di 0,0003 a 0,0008 "", si ramificano senza perciò impicciolirsi e si dirigono nelle varie direzioni, ove si anastomizzano tra essi o con quelli delle lacune vicine; o pure terminano liberamente alla superficie o negli spazi e canali midollari; od infine, e ciò è molto raro, si terminano a fondo cieco come accade in quei punti ove l'osso è coperto da cartilagine; o pure si continuano direttamente nei tendini.

La composizione chimica della sostanza intercellulare è molto complessa, e l'intima natura di qualche sua parte come il valore chimico della combinazione non è interamente conosciuta. L'analisi centesimale vi riconosce in media 30 parti di sostanza organica e 70 di sostanze inorganiche su 100 parti di tessuto osseo.

Fra le sostanze minerali predomina il fosfato di calce, in mezzo al carbonato della stessa base, al solfato di magnesia, al clo-

ruro di sodio, al fluoruro di calcio ed a tracce di solfato e di acido silicico. Secondo *Heintz*, 100 parti di sostanza minerale dell'osso contengono 87,7 di fosfato di calce, 9,1 di carbonato di calce, 1,7 di fosfato di magnesia, 3,3 di fluoruro di calcio. Quando si paragona la quantità relativa dei suddetti corpi negli animali si vede che le ossa degli erbivori contengono più carbonato di rinccontro al fosfato, e questo è minore di quello si trova nei carnivori. Negli uccelli e singolarmente nei granivori si trovano in maggior quantità le tracce dell'acido silicico, anzi ordinariamente l'è quasi particolare. Nello stato patologico, come nella cicatrice dello osso e negli osteofiti abbondano relativamente più il carbonato di calce.

La sostanza organica è l'osseinà, la quale dopo lunga cottura dà gelatina; passaggio che è facilitato dall'azione precedente degli acidi. È quindi una sostanza collagena, ed ha in massima la stessa composizione centesimale della gelatina. Le sostanze minerali si separano dall'organica mercè digestione del tessuto osseo in un acido. Si preferisce l'acido idroclorico, il quale scioglie tutte le prime e resta soltanto osseinà. Viceversa si può distruggere questa mercè calcinazione, senza interessare le sostanze minerali. Nell'uno e nell'altro caso la forma del tessuto resta, e nel primo caso anche la struttura.

Le proporzioni tra l'una e l'altre sono varie, secondo gli animali, secondo l'età, secondo l'osso che si esamina ed anche secondo gli analizzatori! È molto difficoltoso di procurarsi il tessuto osseo essenzialmente puro e perciò forma una condizione delle discrepanze, del resto leggiera, che si trovano tra le cifre riferite dai chimici.

Riporto alcune analisi del *Bibra*, del *Milne Edwards* e di altri.

Su 100 parti del tessuto osseo del femore di una giumenta di 14 anni si contenevano secondo *Bibra*:

Fosfato di calce e tracce di fluoruro di calcio	54,63
Carbonato di calce	11,28
Fosfato di magnesia	1,50
Sal comune	0,40
Osseinà	27,98
Grasso	4,21
	100,0

Su 100 parti del tessuto osseo di un bue di 3 anni secondo Bibra :

Fosfato di calce con tracce di fluoruro di calcio.	56,65
Carbonato di calce.	12,55
Fosfato di magnesia	2,32
Sale comune	0,82
Osseina	26,80
Grasso	1,80
	100,0

Secondo *M. Edwards* su 100 parti di tessuto osseo umano vi sono :

di Osseina	29,5—30,9
di Sali	68,1—69,47

Le proporzioni dei sali sono di sopra cennate.

Infine riportiamo la seguente analisi di *Marchand*.

Su 100 parti

Materia organica 33,26

Materia minerale 66,74	{	Fosfato di calce	52,26
		Fluoruro di calcio	1,00
		Carbonato di calce	10,21
		Fosfato di magnesia	1,05
		Soda e cloruro di sodio	1,17
		Ossido di ferro e di mang.	1,05

Paragonate le proporzioni delle due sostanze tra gli erbivori ed i carnivori domestici pare che contengono questi più osseina; lo stesso dicasi del becco fra gli erbivori (1). Il tessuto osseo degli uccelli al contrario abbonda più di sostanze minerali, e nei pesci viceversa di bel nuovo predomina relativamente la sostanza organica. Sono variabili altresì le proporzioni secondo le diverse ossa, e quantunque alcuni chimici avessero fatto opposizione, pare che effettivamente la sostanza organica abbonda relativamente nell'età giovane come viceversa i sali nell'età avanzata. Di qui ne deriva che le ossa nella prima età sono pressochè flessibili, e fragili nella vecchiezza. Anche più sensibilmente variano le proporzioni in diverse malattie. Nella rachitide e nell'osteomalacia

(1) Gurlt. Lehrbuch der vergl. Physiologie der Haus-Saug. Berlin 1865 pag. 39.

le sostanze minerali si riducono a 13,0-35 per 100, o l'osseina pare che soffra un cangiamento chimico; giacchè *Marchand* e *Lehmann* dalle ossa rachitide e *C. Schmidt* dalle ossa con osteomalacia non hanno potuto estrarre gelatina.

Che è mai chimicamente considerata l'unione delle predette sostanze, una combinazione chimica od una mescolanza?

Quando si pensa che l'uno dall'altro entrambi i generi di sostanza si possono separare senza che perciò il tessuto osseo o l'osso venisse a distruggersi si spiega perchè è stata ritenuta come una mescolanza; ma non si comprende certamente, perchè non è il solo caso nell'organismo di tal genere, sebbene ne sia il più cospicuo; e poi sarebbe una mescolanza ben particolare, che lasciata a sè sfida il tempo e tutte le condizioni esterne di putrefazione che certamente dovrebbero agire sull'osseina.

Meglio si pensa oggi a ritenerla come una vera combinazione, e quant'anche non sia fuori di dubbio, pure vi sono due sorta di prove sperimentali che la rendono più che probabile. Se si mescolano due soluzioni, l'una delle sostanze terrose delle ossa fatta in acido allungato e l'altra di colla di provenienza dall'osseina, si può ottenere direttamente la materia complessa dell'osso. D'altro canto quando si agisce sulla stessa e si va per esempio a separare qualcuna delle sostanze minerali, esce in compagnia la sostanza organica e viceversa. Cosicchè se si va a precipitare i fosfati terrosi coll'ammoniaca, questi si accompagnano colla colla, e se si precipita la gelatina con acido tannico si ha insieme una quantità di fosfati. Sia la sostanza organica che le minerali soltanto possono essere sostituiti da altri corpi minerali. Questi sostituiscono l'osseina nei casi di fossilizzazione, e danno all'osso parti che non poteva contenere o soltanto in tracce. Sperimentalmente poi si può fare sostituire il fosfato di calce dall'arseniato di calce, amministrando cogli alimenti proporzionate quantità di arsenico.

V.

La sostanza intercellulare o fondamentale può essere stratificata o semplice, ed a norma di questa disposizione quella dei corpuscoli è varia anch'essa. Il risultato n'è la diversità di forma del tessuto osseo, il quale restando sempre lo stesso cangia ciò non pertanto il suo aspetto e le sue fisiche proprietà.

Due forme di tessuto osseo si conoscono, e sono la forma *compatta* e la *spugnosa*.

A) La forma compatta è caratterizzata appunto dalla stratificazione della sostanza intercellulare, i cui strati in massima si dispongono a lamine concentriche e tra cui circolarmente sono situati i corpuscoli ossei. Le lamine concentriche si distribuiscono su due sistemi, l'uno speciale e moltiplicato, l'altro generale che comprende il primo.

Questa forma di tessuto osseo costituisce la sostanza compatta delle ossa e ne forma quindi lo strato esterno sia nelle ossa lunghe, che nelle corte e nelle piatte, meno le creste come l'iliaca e l'ischiatrica, e qualche osso corto come il semilunare. In apparenza liscia ed omogenea, la sostanza in discorso è poi effettivamente canaliculata, ed alla superficie delle ossa e meglio nella faccia interna si vede tutta bucherata. Questi canali a differenza dei *canaliculi ossei* e delle *lacune* sono limitate dai sistemi parziali delle lamine concentriche e contengono nel loro interno vasi e midolla delle ossa, onde si dicono anche *canaliculi vascolari* da alcuni, o meglio *canaliculi midollari* o di *Havers*. Il loro diametro è variabile, da contenere talora oltre i vasi capillari scarso tessuto germinale, e tal'altra in maggior abbondanza questo, sia nella fase midollare che nella forma grassa. Ogni canale di *Havers* è circondato da 5,6 o più lamine concentriche, talora sino a venti, la cui spessorezza è da 0,002 — 0,005 mm. L'insieme di questi concentri con all'interno un canale midollare forma il sistema *parziale* degli strati ossei, ancor detto sistema di *Havers* o con una parola *cilindro osseo*. Talora due o più di questi sistemi parziali sono riuniti ed involti in una lamina circolare che li abbraccia specialmente tutte, e si ha un sistema complesso. Generalmente poi sono involte in lamine generali che si estendono per tutto l'osso sia alla superficie esterna della sua sostanza compatta che all'interna, sia nel mezzo. Sono queste lamine quelle che costituiscono il sistema *generale* o *fondamentale* dei concentri laminari, che abbracciano e comprendono gli speciali. A seconda la loro situazione si distinguono in lamine esterne o *periostee* rivolte al periostio, in interne o lamine *midollari*, ed in intermedie o *interstiziali*. Per lo più queste sono incompiute, e non sempre le interne si trovano. Quando per esempio si esamina la diafisi di un metacarpo o di un metacarpo di un cavallo a scontro si ricono-

scerebbe una sola di queste lamine fondamentali che separi dal centro midollare i sistemi Haversiani. In tutta l'estensione dell'ossea lunghe non sono egualmente abbondanti: più nel centro e meno nell'epifisi.

I canali midollari corrono longitudinalmente nelle ossa lunghe; sono anche longitudinali nelle ossa lunghe e piatte come le coste il mascellare inferiore, e raggiati nelle ossa larghe.

Comunicano trasversalmente tra essi e formano una rete a maglie irregolari che si apre da una parte alla superficie dell'osso e dall'altra nell'interno dello stesso, ove si allargano e formano dei veri seni. Può accadere che in un punto il sistema parziale delle lamelle sia assorbito ed allora resta uno spazio a pareti irregolari le quali secondo le osservazioni di *Frey* possono rigenerarsi, e poi un'altra volta sparire. Sono questi spazi le così dette lacune Haversiane, o l'*Haversian spaces* degli istologi inglesi. Due preparati fatti su uno stinco di cavallo portano di queste lacune: in uno è piuttosto allungato lo spazio in parola ed è il confluyente di tre canaletti; è ripieno di cellule midollari a grosso nucleo, ed in mezzo vi manca il vaso o vasi che hanno dovuto essere portati via nella preparazione. Il numero altresì dei canaletti è scarso, ma soltanto forse nella preparazione. Nel secondo pezzo si osservano due di questi spazi l'uno vicino all'altro di figura irregolarmente poligonale: ad essi confluiscono più canali da tutti i lati, e sono ripieni di midolla ed in mezzo hanno numerosi vasi. Le cellule midollari però non sono nè si abbondanti nè si distinto nucleo ed a forma caratteristica come le altre del primo preparato citato. Si fosse trovato il primo prossimo ad essere risarcito e regolarizzato nelle sue pareti?

Ogni lamella secondo *Sharpey* su un sottile taglio si presenta semitrasparente, finamente punteggiata. *Todd Bowmann*, *Kölliker* ed altri vi hanno descritto corpuscoli granulosi ritenuti fatti da sostanze minerali in mescolanza con residui di sostanza organica. Inoltre *Kölliker* stesso distingueva nelle lamelle uno strato più chiaro e più uniforme ed un altro più oscuro e più striato. Ma osservazioni ulteriori hanno dimostrato che tutto ciò era effetto di illusione o di mancanza di buone condizioni di preparazioni, ed *Hentle* e *Gertlach* poi dimostrarono più particolarmente che i corpuscoli suddetti erano in parte effetto del taglio trasversale dei

processi delle lacune ossee. Le quali stando nelle lamine e tra esse disponendosi quindi circolarmente inviano i loro canalicoli in tutti i versi e per tutte le direzioni. Si ritiene che abbondassero più nei parziali sistemi dei concentri laminosi, che nei generali, sia periosteali, che midollari ed interstiziali. L'osservazione però fa vedere che non è per lo meno un fatto costante, ed i corpuscoli ossei possono abbondare di più nelle lamine interstiziali.

Non è raro che le lamine siano attraversate da fasci di fibre di tessuto germinale, forma fibrillare o compatta, o di tessuto elastico. Questi fasci scoperti da Sharpey nel 1836 sono stati di poi osservati nei mammiferi da Müller ed altri, e da Kölliker nei vertebrali inferiori. Dipendono dal periostio e si prolungano attraverso i concentri ad angolo retto per terminarsi a punta, raggiati ecc. Hanno il diametro di 0,0004 — 0,006", e non danno colla trattate col debito processo. Vanno appellate comunemente fibre perforanti (*perforating fibres* di Sharpey) o anche fibre di Sharpey in onore del loro scopritore. Queste fibre sono sovente calcificate.

B) La forma spongiosa poi del tessuto osseo manca della disposizione concentrica e lamellare della precedente. Si presenta all'incontro disposta come cordoni, fibre, piccole lamine, le quali s' intrecciano variamente e limitano una serie di spazi tutti comunicanti tra essi e quasi tutti visibili ad occhio nudo. La sostanza intercellulare dei suddetti cordoni non è stratificata, ed i corpuscoli ossei sono situati per lo più secondo l'asse del corso dei cordoni stessi, nelle cui cavità i canaliculi di quelli sboccano. La forma spongiosa forma la parte interna delle ossa, ed anche qualche volta tutto un osso come un esempio l'abbiamo già dato di sopra. Nel primo caso è rivestita esternamente dalla forma compatta, e l'una passa gradatamente nell'altra. I canali Haversiani della sostanza compatta sono rappresentati dagli spazi suddetti nella sostanza spongiosa, e soltanto in qualche grossa lamina di questa si possono trovare dei canaliculi. Seguendo il linguaggio della scuola gli spazi si distinguono in *areole*, quando sono piccoli, in *cellule* quando sono più grandi e possono propriamente costituire una più o men grossa cavità, un *canale*. La sostanza spongiosa areolare si trova nell'epifisi delle ossa lunghe e poi nelle piatte e nelle corte, e la cellulare più verso la diafisi delle prime. Nella diafisi propria e nella maggior parte si trova il cana-

le. Nelle ossa piatte la sostanza spongiosa si addimanda con nome speciale: *diploe*.

Secondo l'analisi di *Bibra* e di *Frerichs* la forma spongiosa è più ricca della compatta di sostanze calcaree!

V.

Il tessuto osseo si sviluppa *primitivamente* o *secondariamente* o sulle rovine di una cartilagine o da tessuto germinativo. Questo capitolo dell'istologia ha subito notevoli progressi negli ultimi anni, e le ricerche esatte microscopiche hanno dato molta vita a certi risultati sperimentali sullo sviluppo delle ossa e sull'essenza della parte che vi prende il periostio. La vecchia opinione che il tessuto osseo provenga direttamente dal cartilagineo, convalidata dalle osservazioni di *Kölliker*, quasi generalmente non è più dimostrabile; o mercè i lavori di *Skarpey*, di *Bruch* e particolarmente di *Errico Müller* si sa oramai che dalla cartilagine sorge un *tessuto osteogeno* speciale, il quale coi suoi elementi passa a costituire le cellule ossee e col prodotto di queste la sostanza intercellulare a cominciare dai corpuscoli. Le osservazioni su ossa fetali dimostrano perentoriamente questi fatti, o coi pezzi alla mano io ora passo a farvi la storia processuale di questo sviluppo.

a) *Tessuto osseo formatosi sulle rovine del cartilagineo.* Questo sviluppo comincia dai così detti punti di ossificazione, e le ossa, che il tessuto che si sviluppa viene a costituire, sono dette *primarie*, od anche *primoraiati*. Meno quelle della testa, tutte le altre ossa dello scheletro appartengono a questa categoria. Si distinguono varie fasi nel processo. Dapprima le cellule cartilaginee lussureggiano, e tale proliferazione si accompagna ad una disposizione particolare che le cellule prendono nell'aggrupparsi e ad una striatura della sostanza intercellulare. Le cellule o si asseriano come noi punti dove deve in seguito svilupparsi tessuto osseo della forma compatta, o si accumulano disordinatamente dove precedono la forma spongiosa. Nell'uno e nell'altro caso la sostanza intercellulare si stria, e le striature semplici abbracciano e comprendono le serie o i cumoli cellulari. Per fusione della sostanza intercellulare ne nascono canali sinuosi, detti *canali cartilaginei*. Le cellule cartilaginee si trasformano in tessuto germinale ed in midolla, e si voleva anche in capillari, ma pare che questi

vengono piuttosto dal pericondrio. In effetti questi canali cominciano dal pericondrio, e si continuano nella cartilagine ramificati per terminare poi alquanto rigonfiati. La produzione dei vasi è una condizione favorevole all'ulteriore sviluppo del processo, giacchè ne segue la calcificazione della sostanza intercellulare della cartilagine, ed il carbonato di calcio che si deposita apparisce dapprima a piccole masse o granuli, che poscia si avvicinano sempre più e quasi si fondono. Questa fase che si continua ad avvenire in certe cartilagini per tutto il resto della vita, siccome abbiamo precedentemente notato, è proprio quella che precede gli ulteriori cambiamenti che ci daranno l'osso. E questi cambiamenti cominciano colla fusione della sostanza calcificata e col riassorbimento della stessa. Ne conseguita quindi la formazione di alcuni spazi che sono di forma corrispondenti alla disposizione anzidetta delle cellule cartilaginee, e più o meno allungati, o più o meno sviluppati secondo i punti dell'osso futuro. Sono limitati dagli strati residuali di sostanza intercellulare calcificata, e contengono le cellule cartilaginee divenute libere, moltiplicate e passate a cellule midollari o a midolla delle ossa. La midolla è rossa e le sue cellule bentosto si distinguono in due serie a norma della loro doppia destinazione ulteriore. Le due serie sono la periferica o strato periferico di cellule rotonde, poligonali, talora cilindriche od irregolari e polinucleate, e la centrale o cumulo centrale di cellule rotonde, a protoplasma finemente granuloso, e nucleate. Sono queste cellule centrali che continuano a costituire la midolla propriamente detta e formano quindi il tessuto germinale, le medullocellule, il grasso; mentre le prime compongono lo strato osteogeno o lo strato degli osteoblasti che producono la sostanza intercellulare dell'osso e si annidano nelle cavità di questa o nei così detti corpuscoli ossei.

Questo modo di formazione del tessuto osseo va accompagnato alla produzione osseo periosteale, cioè al tessuto osseo che sorge dal pericondrio divenuto periostio. Il periostio che risulta fatto da una tela di tessuto germinale con elementi elastici, vasi e nervi non vi contribuisce in sostanza, ma soltanto col suo strato interno fatto da cellule di varia forma dalla rotonda alla stellata con nucleo e con protoplasma finemente granuloso. Misurano 0,003—0,1" di grandezza, e possono staro ad uno o più strati. È questa parte interna che è propriamente il periostio osteogeno, o il blastema del-

l'osso secondo *Ollier*, ed è dessa che trapiantata tra i muscoli od in altre parti dà l'osso. Si possiede un'osservazione preziosa sulla vita degli elementi osteogeni: essi si possono conservare, fuori il corpo, vivi per circa 30 minuti alla temperatura di 35° C., senza perdere la proprietà osteogenetica. Carattere dell'ossificazione periosteale si è la stratificazione, cosicchè da essa dipende la forma compatta del tessuto che ci occupa. Il corso del processo comincia dalla proliferazione delle cellule su indicate, e dal deposito delle stesse a serie circolari intorno la cartilagine centrale già in metamorfosi. In questo mentre la sostanza intercellulare si è separata e lo strato ha il suo cemento. D'altra parte siccome questi strati non sono completi, ma quasi reticolati, penetrano verso l'interno propagando gli osteoblasti la cui destinazione è doppia, o cioè formano midolla, e quindi tessuto germinale, medullo-cellule e grasso, e continuano nel loro processo di ossificazione, e queste sono le periferiche. Le quali proliferano, si asseriano, colla sostanza intercellulare che separando formano dei reali strati circolari; strati circolari che limitano un canale all'interno, cioè il canale *Haversiano*. In questo resta la midolla ed il vaso si mette in comunicazione col sistema vascolare del periostio e della midolla interna. La deposizione di nuovi strati si limita di più in più fino ad essere molto ridotta e quasi nulla come nei periodi avanzati della vita adulta; ma in questo tempo la midolla si è altresì molto diminuita, ed è rappresentata da leggiero strato di tessuto germinale (forma fibrillare) con un vaso centrale. È da notarsi il carattere eccentrico dell'accrescimento del sistema delle piccole lamelle col concentrico delle generali. Dall'incompletezza di quello dipende la formazione delle lacune *Haversiane* e la ragione non sempre è manifesta: ad ogni modo quando abbondano le cellule osteogene, si fa possibile l'apparimento della lacune, siccome abbiamo di sopra notato. Può all'opposto l'accrescimento notevolmente svilupparsi, ed allora ne risulta l'impieciolimento di canali *Haversiani*, ed anche l'obliteramento di essi. L'ossificazione periosteale o degli strati generali precede sempre l'interna o quella degli strati particolari.

b) *Tessuto osseo formatosi da tessuto germinale.* Proviene da tessuto germinale, dopo che si è metamorfosato ancor esso in tessuto osteogeno. Siccome il processo di ossificazione non ha essenzialmente di particolare che il modo di estendersi, così ne passiamo sopra, perchè fa parte della storia dello sviluppo delle ossa che costituisce.

Il tessuto osseo così sviluppato forma le ossa della faccia e della testa meno la base; e si dicono queste ossa *secondarie*.

Raggruppando le idee svolte, si desume che ci sono tre modi di ossificazione, cioè: 1) l' *intracartilaginosa*, 2) l' *intramembranosa*, e 3) la *perioste*.

Nello sviluppo e nell' accrescimento delle ossa lunghe si accoppiano la prima o l'ultima, giacchè la formazione delle stesse e l'aumento in lunghezza (mercè le *cartilagini di accrescimento* od *epifisarie*) avviene tra cartilagine, mentre l'aumento in dimensione trasversale avviene per stratificazione ossea del periostio. A quest'ultimo modo poi bisogna aggiungere la partecipazione della midolla dei canaliculi Haversiani, la quale bada all'economia nutritiva del cilindro osseo. Sicchè nell'osso contemporaneamente vi ha una stratificazione centripeta o nel senso da fuori indentro, ed un'altra moltiplicata centrifuga i cui centri numerosi sono i canali Haversiani.

Due quistioni ora ci restano da trattare: la prima è come si formano i corpuscoli coi loro canaliculi, e la seconda in che modo i sali si depositano e si combinano colla sostanza organica.

Si comprende agevolmente come si formano le lacune in ricordandosi che la sostanza intercellulare è prodotta dalle cellule e quindi si deve adattare attorno a queste; inoltre si formano i canaliculi per l'accorrervi del plasma nutritivo mentre la sostanza intercellulare diviene quasi impermeabile pel deposito dei sali. *Virchow*, credendo il corpuscolo la parete esterna delle cellule ossee, ritenne i canaliculi siccome promanazioni della cellula stessa; ma *Beale* aveva ragione di dire in proposito che nessuno aveva mai visto il crescere di questi processi nel senso di *Virchow* e l'uno o l'altro avvicinarsi per ricongiungersi.

Intorno poi al deposito dei sali e particolarmente del fosfato basico di calce che ne forma la parte principale, si sa per un'osservazione di *Milne-Edwards* come il fosfato acido di calce sciolto in acqua con acido carbonico o con bicarbonato di calce precipita sotto forma di fosfato basico collo sviluppo dell'acido carbonico. Ciò potrebbe accadere nell'osso, tanto più che qualcuno ha voluto dimostrare lo sviluppo di acido carbonico nelle lacune ossee.

Il tessuto osseo è gialliccio ed è il più duro ed il più solido tessuto dell'organismo; ma con tutto ciò non manca di una certa elasticità singolarmente nell'età giovanile. A queste proprietà fisiche

è collegato il suo valore fisiologico. Esso forma la base delle ossa, il cui insieme dà la forma e la solidità all'organismo; forma cavità di protezione ai visceri, serve all'appoggio dei muscoli e traccia il cammino ed il corso a tutti gli organi. *Osseus* ben ne compendia il significato in quella sentenza: *ossa autem corpori formam, rectitudinem et firmitatem conciliant.*

VII.

Il tessuto dentario, comprendendo propriamente l'avorio del dente, la dentina o la *substantia dentalis* o *tubulosa*, sostanza *eburnea*, è un tessuto molto prossimo all'osseo, se pure non lo si voglia considerare come una varietà.

Similmente al metodo di esame del tessuto osseo, il dentario si può apparecchiare in tagli fini per l'osservazioni microscopiche, o sottoponendo all'azione della mola tagli di dente o pure scalcificandolo con acido nitrico od idroclorico per farne quindi delle fettoline sottili col coltello.

In entrambi i casi si nota che il tessuto in parola va formato di canaletti, da cui si dipartono lateralmente rami più piccoli, sotto un angolo per lo più acuto e di una sostanza intercellulare omogenea, per lo più scarsa, ma sempre visibile. I canaletti detti anche *canali dentarii* sono cilindrici, disposti in senso rettilineo od anche ondulati, con una distinta parete, e raggiungono il diametro di 0,0005—0,001". Cominciano aperti dalla cavità dentaria e si terminano nello smalto e nel cemento. Lateralmente si dipartono le ramificazioni che alla loro volta si suddividono, e nel correre variamente si riuniscono cogli altri più prossimi o più lontani, e terminano o a punta nella sostanza fondamentale, o vanno a sboccare in lacune speciali dello smalto e nel cemento. Lo strato limitante i canali anche della parete è più che forte e resistente, e può separarsi mercè la macerazione negli acidi; questa macerazione può produrre altresì delle fibrillature della sostanza intercellulare che sono considerate come prodotto artificiale. Ma inoltre la dentina a livello della parete della cavità dentaria in vicinanza dello smalto e del cemento dei piccoli cumoli sferoidali che abbracciano uno spazio od una lacuna ed in comunicazione con canali che l'attraversano. Sono formazioni ordinarie dipendenti da deposizione particolare della sostanza calcarea, e sopra il cemento si asseriscono e formano proprio uno strato, il così detto *strato granuloso*.

Quando si osservano i preparati suddetti senza altra preparazione di sorta i canali si vedono distintissimi, perchè appaiono neri atteso l'aria che li riempie. Ma normalmente sono ripieni di un succo, cioè il succo dentario, o meglio secondo le osservazioni di *Tomes* e *Beale* si riempiono con una certa quantità di liquido e con prolungamenti protoplasmatici di cellule (*odontoblasti*) che giacciono alla superficie della polpa dentaria o della papilla del dente (fatta da una trama di tessuto germinale ricca di vasi e di nervi), che si racchiude nella cavità dentaria. *Neumann* vi aggiunge attorno il prolungamento una guaina elastica. *Beale* ha ottenuto di queste cellule e dei loro prolungamenti dentarii delle marcate imbibizioni, e l'ha ritenute come la *materia germinale* della dentina e da cui sarebbe prodotto tutto il resto o il *materiale formato*. Questi fatti di struttura semplicizzerebbero di molto le quistioni agitate sul modo di considerare i canaletti dentarii. Son questi gli elementi propriamente detti della dentina o soltanto delle guaine degli elementi, o delle capsule in particolar modo configurate, ma analoghe alle capsule cartilaginee ed ai corpuscoli ossei? Qualcuno li avea di già considerati come guaine dentarie, e tal sarebbero anche stando alle cognizioni di struttura che si posseggono pel resto dei congiuntivi.

La sostanza intercellulare è il prodotto dei prolungamenti o delle cellule dentarie, ed ha nella sua chimica composizione la sola particolarità che è più povera di sostanza organica rispetto all'osso ed al cemento. *Bibra* dà le seguenti cifre per un'analisi centesimale fatta sull'avorio di un cavallo di nove anni:

Fosfato di calce con fluoruro di calcio	63,31
Carbonato di calce	1,54
Fosfato di magnesia	3,00
Sale	0,63
Sostanza cartilaginea	30,80
Grasso	0,72
	100,00

Lo stesso ottiene i seguenti risultati per un'analisi dell'avorio di un bue di 3 anni:

Fosfato di calce e fluoruro di calcio	58,33
Carbonato di calce	7,39
Fosfato di magnesia	0,97
Sali	0,75
Cartilagine	32,40
Grasso	0,52
	100,00

La dentina può essere vascolare, cioè a dire fornita di canali analoghi ai canali di *Havers* del tessuto osseo, ed in tal caso va sotto il nome di *Vaso-dentina* (*Owen*). Nell'uomo si trova soltanto nell'ossificazione della polpa, ed in neoformazioni patologiche (odontomi).

Il tessuto dentario si sviluppa dal tessuto germinale della polpa dentaria. Ha per caratteri fisici la durezza e la solidità più delle ossa, ed un colorito bianco giallastro. La sua funzione poggia sulle sue proprietà fisiche, giacchè partecipa alla costituzione dei denti che sono gli organi di presa e di triturazione degli alimenti.

LEZIONE XIII.

SOMMARIO — I tessuti di cellule: *Endotelii* ed *Epitelii*. Gli Epitelii si distinguono in tessuti *epiteliali* e *glandolari*. Endotelio. — Le poche nozioni istologiche che si posseggono intorno ad esso. L'epitelio pavimentoso e sua composizione morfologica e chimica. Corpo mucoso del Malpighi e strato lucido. Canali che si trovano tra le cellule del primo — L'epitelio cilindrico ecc. — L'e. vibratile. Il tessuto glandolare pavimentoso, il cilindrico ed il vibratile, e loro parte nelle secrezioni. — Il tessuto della lente cristallina ed il tessuto dello smalto.

I.

I tessuti di cellule restano autonome, od in altri termini i tessuti fatti da elementi riuniti tra loro da pochissima sostanza intercellulare si dividono oggidì in *Endotelii* ed *Epitelii*. I primi abbraccerebbero gli epitelii delle sierose (peritoneo, pleura ecc.), quelli delle arterie e delle vene, le cellule epitelioidi che formano i capillari e rivestono le origini dei linfatici. I secondi poi che provengono dai due foglietti: superiore ed inferiore del blastoderma, comprenderebbero tutti i tessuti di cellule che rivestono membrane esterne (eute) od interne (mucose) in diretta od in indiretta comunicazione col mondo esterno. Gli epitelii poi si suddividono in epitelio propriamente detto ed in tessuto ghiandolare, che è l'epitelio stesso infossato nello stroma degli organi e circondato di una membrana anista (configurata per lo più a tubo ramificato o no) e di vasi, ed incaricato di una secrezione specificamente secretoria.

II.

La storia degli endotelii è molto incompiuta, e quindi non potremo dire che poche cose intorno ad essi. Sono fatti per lo più da un semplice strato di cellule di figura la più variata. Così possono essere fusiformi (ad es. l'endotelio delle grosse arterie e

delle vene), claviforme (ad es. quelle delle piccole arterie) e poligonali. Sotto quest'ultima forma l'endotelio è il più diffuso, ed in fatti si trova così sull'endocardio e pericardio, nell'interno di certi grossi vasi (ad es. la carotide dell'uomo), sulle sierose, borse mucose, guaine tendinee, nei capillari sanguigni e linfatici. Le cellule risultano da un nucleo ellissoidale (nelle fusiformi) e di un protoplasma omogeneo finamente granulare. Nello stesso si trovano soventi granuli di grasso (es. l'endotelio fusiforme dei grossi vasi), e qualche piccolo spazio circolare trasparente che non è una gocciola di grasso come si potrebbe per avventura sospettare. La sostanza intercellulare è in proporzione abbastanza visibile nell'endotelio fusiforme dei grossi vasi, ma è ridotta straordinariamente nel resto, e massime in quello delle sierose ove non si mette in evidenza che col trattamento al nitrato d'argento, giacchè lo riduce e perciò si annerisce. L'imbibizione al carminio è poco utile, e lascia appena vedere, quando è riuscita, le cellule.

Le cellule endoteliche poligonali sono appiattite ed il loro nucleo allungato o no è quasi sempre più spesso delle cellule, sì che queste sono rigonfiate nel punto ove si trova il nucleo.

Nel mesenterio del coniglio, del cavallo, dell'uomo, nel peritoneo che riveste lo stomaco e l'intestino del gatto, della rana, e nella faccia toracica del centro tendineo le cellule sono piccole e regolarmente poliedriche. Al contrario nel mesenterio delle rane ed in parte anche in quelle del gatto sono grandi o molto irregolari, con sinuosità sui margini nelle quali si adattano sporgenze delle cellule vicine. Non sempre sull'istesso punto si trovano cellule della medesima grandezza, ma come si osserva sul pericardio del gatto, sulla pleura intercostale, nei linfatici e sulla lamina addominale del peritoneo o si alternano serie di cellule di diversa grandezza o puro si mischiano disordinatamente. Per lo più le cellule sono semplicemente justaposte, ma si osservano ancora in gruppi di 4-10 disposte come raggi intorno ad un centro ad es. nel centro tendineo del diaframma, faccia toracica ed addominale, su quella della cisterna magna della rana, sulla dura madre del coniglio e sulla faccia esterna ed interna del pericardio del gatto, del coniglio, dell'uomo. In mezzo a questi gruppi si trovano uno ed anche due, tre spazi circolari o triangolari che *Reklinghausen* ed *Oedmanson* ritennero dapprima come lacune o stomi intercellulari. Gli stessi si sono ammesse anche tra

le cellule non disposte a gruppi; ma dal punto di vista istologico non si possono ammettere che soltanto nei primi, giacchè il nitrato d'argento colora certi punti tra le cellule, ma questi alle volte sono delle piccole cellule e l'altra sono proprio il prodotto dell'artificio. La macerazione nel jodo-siero è molto propizia per fare osservare gli stomi, o pure l'imbizione a carminio dopo che si sono i pezzi tenuti nell'acido cromico. Gli stomi sarebbero in diretta comunicazione coi seni linfatici sottostanti, ed attraverso essi ci sarebbe diretto scambio tra il siero delle sierose, che non è altro se non una linfa, e quello dei vasi linfatici. Esperienze fisiologiche dimostrano colla più grande evidenza siffatta comunicazione diretta, giacchè granuli di carminio, di carbone, di cinabro, siccome praticò pel primo *Reklinghausen*, sospesi in un liquido, come ad es. il latte, ed iniettato nell'addome quasi immediatamente all'introduzione il tutto è preso dai linfatici del centro tendineo, e dentro di loro si trovano in gran quantità i suddetti granuli. S'intende agevolmente che molto più facilmente dev'essere preso il solo liquido, e che quando è colorato deve mettere in grande evidenza i linfatici, od in altri termini deve iniettarli.

Io durante la mia permanenza nel Laboratorio del prof. *Ludwig* a Lipsia ho visto praticare delle belle iniezioni dei linfatici della faccia toracica del centro diaframmatico con una soluzione di bleu di Russia soltanto col sospendere, un animale ucciso, colla testa giù, indi mettere della soluzione sul diaframma e continuarne i movimenti con respirazione artificiale.

III.

L'epitelio (*epithelium*, parola adoperata da Ruischio per indicare la sottile epidermide che copre le papille *Σαλῆς* papilla) dei prolatti, *Virchow* abbraccia genericamente tutti i tessuti di cellule che ricoprono le superficie interne od esterne in contatto (diretto od indiretto) col mondo esterno. È epitelio quindi il tessuto di cellule che ricovre il corion della cute e delle mucose, quello che riveste internamente i dotti glandolari ecc. Si distinguono tre specie di epitelio, cioè:

1. l' E. pavimentoso,
2. » cilindrico,
3. » vibrabile.

L'*epitelio pavimentoso* risulta fatto da cellule di varia forma a cominciare dalla cilindrica più o meno irregolare, dalla fusiforme ed ellissoidale sino alla clavata ed alla poligonale; ma predomina essenzialmente quest'ultima. Le sue cellule sono di grandezza variabile tra $0,1''$ — $0,012''$ ed hanno per lo più tutti gli attributi morfologici cellulari; ma possono mancare della parete ed anche del protoplasma; il nucleo può portare un nucleolo, o può questo anche mancare. Il protoplasma ora è omogeneo, ora granuloso, ed ora è misto a pigmento.

La parete quando esiste può essere più o meno sviluppata a seconda l'età della cellula, prescindendo dagli stati patologici. Le cellule sono tra esse riunite da una sostanza intercellulare che esiste sempre ma in massima poco visibile, eccetto in qualche punto.

Si distingue un *epitelio pavimentoso stratificato* ed un *semplice*. Nel primo le cellule sono disposte a più strati da formare un elegante mosaico, e nel secondo ad uno strato solo. L'uno più che l'altro però merita uno studio particolare.

L'*Epitelio pavimentoso stratificato* si trova più diffusamente sparso e ricovre la pelle e le mucose più o meno esposte, come la mucosa del tubo digestivo a cominciare dalla bocca sino alla metà cardiaca dello stomaco dei solipedi e dei roditori compresa, sino al caglio nei ruminanti e sino al cardia nella maggior parte degli altri animali, la mucosa vaginale e vie urinarie, quella dell'epiglottide, delle corde vocali, il terzo inferiore delle cavità nasali, la congiuntiva oculare. Altre parti come la mucosa del timpano, la faccia anteriore dell'iride, sebbene sieno ricoverte da un *epitelio stratificato*, ciò non pertanto questo è sottile.

Nel primo caso cioè nell'*epitelio stratificato* doppio bisogna distinguere diverse forme di cellule con differenti attributi, disposti in differenti piani.

Il primo è fatto da nuclei più o meno cilindrici che si adagiano immediatamente sul corion sottostante, esempio nella cute, o pure di forma clavata come si può osservare nell'*epitelio* della corna trasparente. Nel piano che sussegue i nuclei sono più o meno sferici ed ellissoidali con un rivestimento marcato: s'imo di protoplasma; nel terzo il protoplasma aumenta sempre di più e così di seguito finchè alla periferia acquista delle formazioni particolari, interpretati da *Leydig*, *Schroon* ed altri come *porocanali*,

e da *Schüttze* come dei processi o ciglia delle cellule. Io per ultime osservazioni mi son persuaso che effettivamente sono dei prolungamenti, quasi come aculei che rivestano tutta la cellula, sì che questa ce la possiamo raffigurare come un echino o come un riccio di mare. Questi prolungamenti, che lasciano degli interspazii sono sempre sviluppati a spese del protoplasma, sì che nell'epitelio del mollusco del bue le cellule talvolta paiono divise in tante fibrille distintissime; infine nelle zone o nei piani superficiali acquistano la forma poligonale, e il protoplasma si trasforma chimicamente, si addensa alla periferia da prendere quasi una parete e quindi i processi o spariscono o restano appena visibile, il nucleo si avvizzisce, in una parola divengono *squame*. Alla superficie perdono il nucleo, buona parte del protoplasma, divengono di forma ancor più irregolare e cadano o si sfaldano. Se si trattano coll'acido acetico si gonfiano e riprendono la figura più o meno poligonale che l'avvicina alle cellule degli strati più prossimi sottostanti: eguale effetto ma men duraturo si può avere colle soluzioni di potassa; lo stato squamoso delle cellule è anche oggi conosciuto sotto il nome di stato *lucido* e quindi l'epitelio stratificato è diviso in due zone: l'una inferiore (*corpo mucoso, reticolo del Malpighi*), e l'altra superiore (strato lucido, detto anche nell'epitelio della cute strato di *Oehl*); nel primo le cellule sono in piena vitalità ed appartengono ai periodi embrionali, e giovane adulto della vita cellulare, e nel secondo a quello di vecchiezza e vivono in agonia.

Le cellule si attengono insieme mercè sostanza intercellulare che in certi punti come ad es. l'epitelio della cornea del cavallo è abbastanza visibile e so s'indura coll'acido cromoico forma proprio una rete nelle cui maglie si trovano incastrate le cellule. È del pari abbastanza visibile in certi punti dello zoccolo degli ungheuti, ed in molte altre parti. Oltre questa sostanza intercellulare, con molta probabilità vi sono degli interspazii traccellulari, che nell'insieme possiamo rappresentarcelo come un sistema di canaliuoli irregolari. *Bizzozzero* in una sua recente comunicazione ha chiamato l'attenzione su questi canaliuoli, e vi è stato indotto dall'osservare delle linee trasparenti tra le cellule in mezzo alle quali s'incontrerebbero le ciglia delle cellule senza ingranarsi come voleva lo *Schüttze* a simiglianza dei peli di due spazzole che si comprimono l'una contro l'altra. Però non ne ha dato la dimostrazione, e molto meno ci ha detto come le cellule si man-

terrebbero tra loro ammasso gl'interspazii attorno attorno le cellule come lui li vorrebbe. Io ho fatto alcuni tentativi d'impregnazione di sottili tagli del corpo mucoso del *Malpighi* con prussiato di potassa e con una soluzione di sali ferrosi per ottenere col bleu di Berlino, che si forma dalla mutua reazione dei due corpi citati, l'iniezione dei canaliculi in questione, ma i tentativi non sono stati abbastanza fortunati. Ma non l'ho abbandonati perciò ed a osservazioni fatte su diversi punti e dal constatare cellule pigmentiche stellate situate col loro prolungamenti tra le cellule epiteliali, mi marrebbe che si dovessero ammettere questi canaliculi che esisterebbero principalmente in quei punti ove il protoplasma si può addensare, ed ove ci sta grande attività nutritiva, come nelle placche mucose, nei papillomi. In queste stesse condizioni le ciglia del protoplasma si svilupperebbero di più sino a percorrerlo tutto ed arrivare fino al nucleo. Come intanto siano disposti i canaliculi e la sostanza intercellulare non si sa, ed ogni supposizione che si farebbe potrebbe non avere la sanzione dei fatti.

Le cellule come dal corpo mucoso salgono allo strato lucido, così s'impadroniscono, perdono i processi, acquistano possibilmente la parete, divengono omogenee, si addossano l'una vicina all'altra e pare quindi che gl'interspazii canaliculati spariscano, ad eccezione forse di certi punti come ad es. l'epitelio del pollice del ranocchio. La sparizione dei suddetti interspazii è in accordo colla funzione che disimpegnerebbero; giacchè se è vero che servono alla distribuzione dei succhi nutritivi, questa distribuzione è resa inutile per le cellule dello strato lucido atteso le loro condizioni chimico-vitali per le quali agonizzano più che vivono.

In qualche sezione di mucosa come in quelle dell'apparecchio escretore urinario la prima zona è di cellule rotonde od anche poligonali, le seguenti di elementi conici e fusiformi e le superficiali di cellule più o meno irregolari.

Le cellule del corpo mucoso del *Malpighi* ordinariamente vanno piene di pigmento che si perde come le cellule si avvicinano alle zone superiori e subiscono la metamorfosi anzidetta. Si manifesta all'osservazione obbiettiva sotto forma di granuli di differente colorito, ma il più ordinariamente nero; oltre che impregna le cellule e si trova fuori le stesse sempre in una certa proporzione. Alcune

delle cellule pigmentate hanno la forma stellata, e con i prolungamenti stellati. I solipedi ed il coniglio ne danno un esempio chiaro. Da questo pigmento dipende il colorito del pelame degli animali e talvolta delle loro mucose apparenti. Quindi il colorito bruno della pelle del cavallo (meno in quelli di manto veramente bianco), del bue, del cane; le chiazze pigmentarie della mucosa boccale singolarmente nei ruminanti, della mucosa nasale e singolarmente e costantemente poi della congiuntiva oculare e palpebrale, e tra le fig. si riporta appunto un taglio di congiuntiva oculare, il cui epitelio pigmentato si arresta non appena è su i limiti della cornea. Gli altri animali domestici come la pecora, il porco ecc. in massima hanno il corpo mucoso senza pigmento. E nella nostra specie il colorito delle varie razze, sia il nero dell' etiopica, il giallo-olivastro della mongolla, il rameico dell' americana, e quello degli individui come ad esempio le gradazioni di colore della razza bianca dipendono da speciale pigmento di vario colorito secondo le diverse apparenze. Generalmente il corpo mucoso è pigmentato dalla prima zona di cellule; ma una rimarchevole eccezione la troviamo nella muraglia dello zoccolo del cavallo, ove le prime serie di cellule sono effettivamente senza pigmento.

La metamorfosi squamosa o lucida delle cellule epiteliali del corpo mucoso è favorita da ogni circostanza che produce l'essiccamento, ma però non è questa la condizione essenziale perchè si sviluppa sulla cute del feto e particolarmente nella regioni delle unghie mentre come si sa è suffuso nell'acqua dell'amnios, ed in altre parti ove non è possibile il disseccamento. Nello stato squamoso o lucido l'epitelio si trova sulla mucosa boccale, e massimamente poi nei ruminanti e nei carnivori del genere *felis* ove prende un considerevole sviluppo e forma nei primi il rivestimento delle papille cornee sia linguali che della mucosa delle guance ecc., e nei secondi quello delle papille così dette crettili; non manca sino nei tre primi stomaci dei ruminanti, nel ventriglio degli uccelli. Nella mucosa del prepuzio, in quella vaginale, poi, se manca ordinariamente, si può sviluppare sol che l'una e l'altra restano scoperte, come accade per l'ultima negli accidenti di prolasso. Sulla pelle poi secondo le osservazioni che si posseggono singolarmente sulla cute umana questo strato non è, in massima, il più superficiale, ed è inegualmente sviluppato, e più grande così nella palma della mano che nella pianta del piede (*Oehl*). Secondo lo Schrön

si trova seoverto nei luoghi delle produzioni cornee; anzi queste, cioè le unghie di ogni sorta, non sono fatte che dallo strato superficiale del corpo mucoso di *Malpighi*, cioè dal corpo mucoso di *Malpighi* nello stadio squamoso. Pel resto della pelle viene ad essere ricoverto dallo strato corneo così detto, il quale secondo lo stesso *Schrön* dipenderebbe da una secrezione morfologica delle glandole sudorifere ed anche forse delle sebacee. In favore di questa dottrina vi sono numerosi fatti: 1.° la diversità morfologica delle cellule del così detto strato corneo da quelle dello strato lucido, e l'identità di queste con le rimanenti del corpo mucoso del *Malpighi*; 2.° la mancanza dello strato corneo ove non si trovano glandole sudorifere come nelle località delle unghie, nelle mucose in generale, nella pelle dei cetacei; 3.° la perdita dello strato corneo in condizioni patologiche quando per le stesse si sono atrofiate e distrutte le glandole sudorifere. Per ciò che riguarda i mammiferi è facile di assicurarsi che nelle parti ove si trovano l'unghie, ad esempio lo zoccolo del cavallo meno la regione del fettone, le castagne dello stesso, lo zoccolo dei ruminanti e le loro corna, e gli artigli dei carnivori effettivamente mancano le glandole sudorifere, e non vi ha strato corneo. Nelle mucose, e singolarmente nei punti eritativi, come posso dimostrarvi sulle papille linguali del gatto e su quelle dei ruminanti, e di più su quelle del ruminante e dei due altri primi stomaci lo strato squamoso o lucido è notevolmente sviluppato, e qui mancano le glandole sudorifere. Inoltre mi sono potuto assicurare, che su feti equini e bovini intorno i 3-4 mesi, quando le glandole mancano e solo cominciano a svilupparsi i bulbi pileferi, manca effettivamente uno strato corneo, e non vi è che lo strato più superficiale del corpo mucoso del *Malpighi*, lo strato lucido grandemente sviluppato negli zoccoli. Nella vice nel cuscinetto plantare dei cani vi ha uno strato lucido ed uno strato corneo molto sviluppato e tutti sanno il grande sviluppo delle glandole sudorifere in queste località.

Il corpo mucoso del *Malpighi* infine risulta da una comune sostanza albuminoide, mentre lo strato lucido nelle unghie ecc. è fatto dalla *cheratina* o da un albuminoide, la cui composizione centesimale è: C 50, 3—52, 5. H 6, 4—7, 0. N 16, 2—17, 7. S 0,75, 0. O 20, 7—25, 0. La cheratina viene estratta dall'etere, dall'alcool, dagli acidi, e si scioglie negli aleali.

IV.

L'epitelio cilindrico si distingue egualmente in semplice e stratificato. Quello risulta da uno strato solo di cellule così dette cilindriche, e questo da più piani di cellule, dei quali soltanto il più superficiale è fatto veramente dalle così dette cellule cilindriche, e le rimanenti cellule sono di figura più o meno concentrica od ellissoidale.

Le cellule cosiddette cilindriche, o sono lunghe ed allora hanno la forma realmente conica colla base rivolta in modo da formare sempre la superficie libera della mucosa che rivestono; o sono più larghe che lunghe; o presso a poco uguali nelle dimensioni e formano il così detto epitelio di transizione. La lunghezza può giungere da 0,007—0,01" e la larghezza varia tra 0,002—0,004", e guardate trasversalmente o meglio di prospetto possono essere circolari, ellissoidali, ma il più ordinariamente poligonali. Hanno nucleo distinto con un nucleolo, ed in corrispondenza le lunghe cellule sogliono essere quivi talvolta rigonfiate; il contenuto è più o meno granulare ed in alcuni punti come nell'intestino, nella vescichetta biliare, le cellule in tempo della digestione si sogliono infiltrare transitoriamente di grasso. Verso la base portano il cerchio od una zona di striature interpretate da Funke e da Kölliker (1) come porocanali e da Brettauer e Steinach quai filamenti o prolungamenti protoplasmatici. Le suddette striature si osservano colla massima facilità, ma quando le cellule sono trattate con reagenti si alterano e divengono irregolari. Le striature intanto si sarebbero osservate anche nell'epitelio della vescicola biliare ed in quello dei dotti escretori di parecchie glandole come ad esempio le salivari. Nella loro disposizione queste cellule sono per lo più addossate l'una all'altra senza ombra di sostanza intercellulare visibile, ma verso il loro apice od attorno la parte con cui sono rivolte al corion della mucosa, la detta sostanza si può rendere più o meno sensibile. In mezzo alle cellule cilindriche si trovano le caliciformi o cellule di forma abbastanza dichiarata dal loro nome colla base rivolta alla cavità intestinale e coll'apice al corion. Han-

(1) Prima di Funke e Kölliker, Gruby e Delafond dall'osservare sulla base, guardata di prospetto, delle cellule intestinali alcuni punti trasparenti ammisero nella parete delle stesse dei canali, dei quali quelle punteggiature non erano che le aperture.

no evidentemente una parete, il protoplasma ed il nucleo confinati in un punto, e pel resto una cavità interna che comincia aperta alla base ed all'apice. Con questo sarebbero in connessione col sistema chilifero, e perciò si ritengono da alcuni come le vere vie dell'assorbimento chilifero intestinale. Le cellule in discorso, messe in dubbio da alcuni ma infruttuosamente, sono da considerarsi come stadii di sviluppo delle cellule cilindriche. Infatti queste secondo *Brücke* si libererebbero del loro protoplasma o di una gran parte di esso e resterebbero cellule caliciformi. *Stricker* e *Kocslakof* ritengono che questa fuoriuscita od una tale migrazione del protoplasma avviene su larga scala nei catarri acuti, cioè sicchè la mucosa dello stomaco e dell'intestino di un coniglio preso da catarro gastro-intestinale è ricoverta quasi da per ogni dove di cellule caliciformi. Il destino del protoplasma migrato sarebbe quello di contribuire alla produzione del muco, e così le cellule dell'epitelio intestinale sarebbero delle vere cellule secretorie.

Ad ogni modo l'epitelio è in connessione od in diretta continuazione mercè l'apice delle sue cellule col tessuto germinativo sottostante. *M. Schultze*, *Balogh* ed altri l'hanno confermato, siccome si è di sopra notato, nella mucosa olfattoria; *Heidenhain* e *Balogh* stesso sulla mucosa intestinale; *Kupfer*, *Reisner* ecc. per l'epitelio delle cavità dei centri nervosi. Tale continuità è stata di già presa in considerazione nelle precedenti lezioni nei rapporti di intima affinità tra l'epitelio ed il tessuto germinale.

L'epitelio cilindrico semplice è il più diffuso e si trova su tutta la mucosa del tubo intestinale a cominciare dalla porzione pilorica della mucosa gastrica nei solipedi, dal caglio nei ruminanti, e dal cardia nei carnivori ecc. sino all'ano; si trova nel tratto escretore delle glandole pepsiche e simili. Lo stratificato poi si trova nei dotti escretori, come nelle glandole salivari, nelle glandole seminali; in una parte dell'apparecchio urinario ed in una parte dell'organo dell'olfatto.

V.

L'epitelio *vibratile* è in massima il cilindrico semplice o stratificato le cui cellule alla base portano tanti filamenti continuamente mobili ed in un dato senso, detti *ciglia vibratili*. Negli animali inferiori ove è molto diffuso quest'epitelio possano le cellule essere rotonde in cambio di coniche, e le molte ciglia essere ri-

dotte ad una sola ma grandemente sviluppata come nell'epitelio dell'orecchio del *Petromyzon*.

Le cellule vibratili sono in massima lunghe $0,013-0,02''$ e larghe alla base $0,0025''$; hanno un contenuto chiaro e talvolta granulare; sempre un nucleo con o senza nucleolo, ed una parete più o meno visibile. Le ciglia di numero variabile o circondano il margine della base delle cellule o tutta la superficie. La lunghezza delle ciglia varia nei differenti punti di uno stesso organo e nei differenti organi tra $0,01''-0,0025''$ e la grossezza in media è di $0,0018''$. Sui rapporti genetici delle ciglia poco si sa; ma stando alle osservazioni di *Oehl*, citate anche più innanzi, e di *M. Schultze*, sarebbero da considerarsi come promozioni o prolungamenti del protoplasma.

L'epitelio vibratile si trova su tutta la mucosa respiratoria meno il terzo inferiore della pituitaria, una parte della regione olfattoria, le corde vocali, e gli ultimi bronchi; nell'organo dell'udito e propriamente nella tromba di Eustachio e nelle tasche gutturali dei solipedi e nella cavità del timpano meno la membrana dello stesso nome; in una gran parte dell'apparecchio genitale maschile e femminile, nelle cavità centrali degli organi nervosi. In mezzo all'epitelio vibratile dei bronchi si sono visti ultimamente delle cellule particolari con parete e con cavità interna libera ai due estremi. Queste cellule sono in continuazione coi linfatici del corion della mucosa, i quali quindi comincierebbero nella stessa guisa dei chiliferi intestinali.

Non entriamo in maggiori dettagli sulla distribuzione dell'epitelio vibratile, nè tampoco ci fermiamo sui fenomeni e sul significato del movimento avendone detto abbastanza innanzi. L'ufficio dell'epitelio è essenzialmente protettore, cioè preserva le superficie che protegge; ma oltre a ciò nelle mucose interne e molto più nelle sierose ha significativamente sviluppato la sua azione secretiva. È dubbiosa o meglio è ignorata tuttavia la parte che prende l'epitelio per esempio della pleura, del peritoneo ecc. nella formazione del rispettivo liquido; è più che probabile che nelle sinoviali le cellule epiteliali che le ricovrono si sfanno e diano la mucina od altra sostanza gelatinosa ed indeterminata come nel liquido delle borse tendinee. Generalmente l'epitelio poi si sfalda e si perde sulle mucose nel liquido che queste segregano (1).

(1) Sui fenomeni nutritivi e riproduttivi dell'epitelio si riscontri la Lezione XIX.

VI.

I tessuti *glandolari* sono gli epiteliali istessi, che in luogo di rivestire superficie sia interne che esterne, si infossano negli organi e ne costituiscono il parenchima; sono detti perciò molto comunemente *epitelii glandolari*. Gli organi in cui si trovano sono le *glandole*; ed è ghiandola genericamente considerata ogni parte che abbia del tessuto glandolare, del tessuto connettivo e dei vasi, più dei nervi od anche degli elementi muscolari. A seconda della figura che prende considerata elementarmente la ghiandola, si ha il *tubulo* od anche detto otricolo glandolare quando è tubo, l'*acino* quando è vescicolare e da una parte aperta ed incontinua-zione con un dotto escretore, ed il follicolo o vescica interamente chiusa. Il tessuto glandolare in massima manca del tutto della sostanza intercellulare e la parete delle sue cellule è sì sottile che non pochi istologi l'hanno negata del tutto ed effettivamente poi manca in non pochi elementi.

Una divisione dei tessuti glandolari poggia sulla loro composizione e sul loro ufficio non è ancora possibile; ma stando alla forma vi ha altresì, come negli epiteliali, un tessuto glandolare *pavimentoso*, un altro *cilindrico* ed un altro *vibratile*.

A. Il più diffuso è il *pavimentoso*, ed in massima è stratificato, cioè a dire i suoi elementi sono accumulati in modo da riempire gli organi glandolari in cui si trovano. La forma delle cellule può essere la poligonale, l'ellissoidale, la concentrica. Il tessuto glandolare delle ghiandole salivari, del pancreas, delle sebacee, di una parte delle ghiandole mucose, come le boccali, le nasali, in una parola il tessuto delle ghiandole a grappolo e poi quello delle ghiandole follicolari ad esempio il follicolo di *Graaf*, e di parte delle tubulari come il testicolo, la parte flessuosa dei tubuli renali, e quello delle ghiandole sudorifere, delle gastriche o pepsiche propriamente dette, è il *pavimentoso* a cellule più o meno concentriche ed ellissoidali; un esempio delle poligonali ce lo dà il tessuto glandolare dell'epate, il quale dev'essere considerato per consistenza come una ghiandola a sè. Le cellule glandolari *pavimentose* sono di varia grandezza, oscillante tra 0,008—0,01" come ad esempio le cellule epatiche, e 0,0025—0,004" le cellule delle vescichette di *Graaf*. Hanno sempre un distinto nucleo più o meno grosso e frequentemente nucleolato; talvolta anche più nuclei.

Il contenuto in massima è granulare, ed in certe cellule singolarmente a movimenti amebiformi sensibili, come ad esempio i corpuscoli salivari, i granuli presentano il movimento dansante o *dansa* molecolare. Molto spesso però il contenuto è zeppo di granuli di grasso, alle volte riunite anche in grosso gocciolo, o la origine o ne è estranea alla cellula, la quale se ne trova soltanto transitoriamente infiltrata come ad esempio le cellule epatiche durante il tempo della digestione; o pure è di origine locale cioè per metamorfosi del contenuto, e quindi per sussecativa distruzione della cellula, e ciò è il caso delle cellule delle glandole sebacee, delle mammarie. Molto generalmente si possono trovare granuli di pigmento, e questo è pure o soltanto il prodotto dell'infiltramento, o anche di metamorfosi locale. La metamorfosi pigmentacea autoctona degli epitelli intanto nei limiti fisiologici ha ancora bisogno di studio; ma se singolarmente mi poggiasi su quanto ho osservato sull'epitelio della vescichetta di *Graaf* nel periodo dell'efflorescenza, io lo potrei dare come un fatto assicurato, ed il pigmento che si trova nel siero della vescichetta di *Graaf* non solo è di origine ematica, ma anche locale. In effetti le cellule di una vescichetta di *Graaf* di cavalla prossima a scoppiare portava le sue cellule in vario grado di pigmentazione, a cominciare dal nucleo, siccome abbiamo osservato di già nei leucociti, ed indi si distendeva al contenuto sino a disfare la cellula, i cui frammenti si trovavano sospesi nel liquido. Potrebbe anche questa sorgente invocarsi per i pigmenti degli altri liquidi dell'organismo? Sarebbe certamente lecito di sospettarlo. Nelle cellule epatiche poi si sogliono trovare, e singolarmente in certe contingenze, altri granuli, o granulazioni di maggiore o minore dimensione che son quelle di *glicogene* o della così detta *inulina epatica*.

In qualche punto si sono dimostrare queste cellule in connessione cogli elementi nervosi. Secondo *Pflüger* le fibre di questi nella glandola salivara sottomascellare arriverebbero a terminare sino nel nucleo. La medesima connessione delle fibre nervose colle cellule glandolari sarebbe dimostrata nella glandola lacrimale, nel fegato, ed in generale i fatti fisiologici la farebbero ritenere come una terminazione generale dei nervi nelle cellule glandolari.

■. L'epitelio glandolare cilindrico si trova in minore estensione del precedente. Per lo più semplice, e le sue sono cellule o

allungate, ed ordinariamente più larghe che allungate sotto la forma così detta di transizione. Queste cellule hanno distintamente un nucleo con esenza nucleolo ed un contenuto omogeneo, talvolta con granuli di grasso ed anche più spesso con molecole di pigmento come ad esempio nei reni. Guardate trasversalmente o di prospetto sono poligonali in massima, ma anche circolari. Un esempio di epitelio glandolare cilindrico ce lo danno le glandole mucipari dello stomaco, ed una parte di quelle della mucosa respiratoria, le glandole del *Galeati* o se si vuole le glandole mucipari dell'intestino, le glandole uterine, i tubuli ripiegati ad ansa e retti dei reni.

C. L'epitelio glandolare *vibratile* infine è rappresentato in molto stretti limiti. Secondo *Leydig* si troverebbe nelle glandole uterine della troja, e nei batracii nei reni; ma qui pare che abbia più un significato di epitelio propriamente detto, che di tessuto o di epitelio glandolare.

Intorno la composizione poco o nulla si sa di speciale. È quanto si può dire, che risultano da sostanza albuminoide. Gli epitelli in massima e particolarmente i glandolari hanno vita rigogliosa vegetativa; quindi si nutrono e si riproducono meravigliosamente. Intorno alla parte che può avere nella loro riproduzione la migrazione del tessuto germinale ce ne occuperemo più innanzi trattando il prodotto nutritivo nei singoli tessuti.

Il valore fisiologico dell'epitelio glandolare è immenso. Senza epitelio non si saprebbero spiegare tutti i secreti, tutti i mezzi dell'organismo: uno dei fattori della vita. Oggi però in Fisiologia poco se ne apprezza il significato, giacchè in massima non si sa l'intimità della sua azione; ma ciò non è certamente, non la può essere una ragione. Tutti i prodotti specifici, sia chimici che morfologici, delle secrezioni sono tutti il risultato dell'epitelio glandolare. I prodotti chimici sono per esempio: la pepsina, la mucina, che dipendono dalla metamorfosi in sostanza delle cellule pepsiche per la prima, e delle mucose per la seconda; e i morfologici sono gli elementi cellulari delle secrezioni. Fra questi elementi vi hanno quelli pavimentosi come i globuli di muco, i corpuscoli salivari, e vi hanno fino i vibratili come un esempio ce lo danno i *Nemaspermi*, cellule vibratili ad una ciglia sola negli animali superiori. Però non sempre così spiccata suole essere la partecipazione dell'epitelio nelle secrezioni; oosi pare nulla in

qualcuna delle escrezioni propriamente dette (esempio l'urina); ma anche qui, come le ultime esperienze dimostrano e che sarebbe fuori luogo qui riferire, l'epitelio ha una parte attiva.

VII.

Come appendice ai tessuti epiteliali bisogna trattare del tessuto della lente cristallina e detto *smalto*. L'uno e l'altro si sviluppano dall'epitelio, ma pigliano una forma con cui si avvicinano più ai tessuti congiuntivi. Singolarmente il tessuto della lente, se non fosse per la sua composizione, potrebbe benissimo dirsi una varietà di tessuto elastico ai cui elementi molto si avvicinano le sue fibre.

A. Il tessuto della lente cristallina risulta da fibre dentate, le cui sporgenze sono singolarmente rimarchevoli nei pesci. Ogni fibra risulta da uno strato esterno sottile ma ben delimitato, un contenuto liquido trasparente ed alcalino, ed uno o più nuclei. La larghezza e la spessore delle fibre variano tra 0,002—0,0009. In massima le fibre più esterne della lente sono più larghe, e le più interne più piccole senza nuclei, quasi solide e più fortemente rifrangenti la luce. Basta una semplice sottrazione d'acqua perchè il liquido si coagulasse, ed in tal caso il tessuto si intorbidava. L'intorbidamento della lente cristallina da ciò dipende, e su questo dato si poggia la pratica sperimentale di produrre artificialmente le cataratte. Più facilmente ed anche più sensibile poi è la coagulazione del liquido coll'alcool, gli acidi, il creosoto.

Il tessuto della lente è formazione epiteliale, e dipende secondo la scoperta di *Remak* dal foglietto corneo del blastoderma. Ogni fibra viene considerata come una cellula particolarmente sviluppata.

Dal lato della composizione oggi si possiede quello che riguarda la lente cristallina nel suo insieme, meno la capsula; e si sa che oltre l'acqua vi ha la globulina, il grasso, e tracce di colesterina e di sostanze inorganiche. Secondo *Kühne* la globulina della lente non è specifica, e si differenzia da quella del sangue ecc. perchè trattata non dà la fibrina nelle condizioni opportune, onde l'ultima, cioè quella del sangue e degli altri liquidi viene chiamata da *Kühne* *paraglobulina*.

B. Lo smalto, anche detto *tunica vitrea* o *adamantina*, risul-

ta da prismi o da fibre striate trasversalmente. I prismi sono addossati molto strettamente tra essi e solo in alcuni punti possono lasciare delle lacune. La loro composizione è quasi esclusivamente di sostanze calcaree, e la loro provenienza è dalle cellule epiteliali. Tutto lo smalto ricovre la corona dei denti da terminare bruscamente verso la radice, e nei molari dei ruminanti e dei solipedi penetra anche nell'interno della corona. I prismi dello smalto sono situati alquanto obliquamente, e mentre da una parte sono rivolti ai canaliculi dentarii, dall'altra sono ricoverti da *cuticola* o *epidermucola*, sorta di membrana omogenea della spessore di 0,000—0,001" ed inattaccabile dagli acidi e dagli alcali caustici. Nelle lacune su notate sogliono terminare alcuni dei canaliculi ossei. Lo smalto è bianco e di estrema durezza, ed è di grande valore appunto per rendere duri e resistenti i denti.

LEZIONE XIV.

SOMMARIO — Tessuto muscolare e sua distinzione. Il tessuto muscolare striato e la sua costituzione istologica — Teorie di Böppmann, di Kölliker e dei moderni — Composizione chimica — Proprietà fisiche e fisiologiche della fibra muscolare — Svitappo, accrescimento e neoformazione della stessa. Tessuto muscolare liscio — Sua costituzione morfologica e chimica, e sviluppo — Sua distribuzione ed ufficio.

I.

Il tessuto muscolare è l'insieme degli elementi anatomici *uniformemente contrattili* ed ordinariamente sotto l'eccitazione nervosa. Non è più sufficiente definirlo : *la riunione degli elementi contrattili*; giacchè oltre le parti muscolari, è fuori dubbio, oramai, che si contraggono i corpuscoli germinali e loro analoghi (leucociti, globuli di pus ecc.), i globuli mucosi, i corpuscoli salivari, la sostanza omogenea dei capillari, il cosiddetto sarcode negli animali inferiori. Però queste parti sono del tutto indipendenti dall'influsso nervoso, ed in massima, meno il caso di una forte eccitazione, non si contraggono nello stesso tempo nè uniformemente nella loro estensione, siccome abbiamo di già esaminato a suo luogo.

L'elemento muscolare è la fibra: però altra è *cilindrica*, rossa e *striata* trasversalmente, altra è *fusiforme*, *pallida* e *liscia*: quindi il tessuto muscolare si distingue in tessuto muscolare rosso o di fibre striate, ed in tessuto muscolare pallido o di fibre lisce. Una divisione oramai scolastica, che fu introdotta da *Bichat* e che tuttavia si conserva, è quella di tessuto muscolare della vita animale o volontario (lo striato, giacchè è sotto l'influenza della volontà e forma la parte attiva del sistema locomotore), e di tessuto della vita organica o involontario perchè è sottratto all'influenza della volontà. Questa distinzione non ha limiti precisi; dappoichè il cuore è fatto di elementi strinti, ed è un organo continuamente mobile e del tutto indipendente dalla volontà.

Il tessuto muscolare è di quelli che più hanno risentito l'influenza dei nuovi metodi di ricerca introdotti in istologia. La sua storia perciò meglio di quella di ogni altro tessuto abbraccia due periodi: nel primo si è studiato il tessuto già morto e quindi sotto apparenze artificiali, e nel secondo per quello che è realmente in vita. Passiamo intanto a vederne i risultati.

II.

Il tessuto muscolare striato risulta da elementi cilindroidi striati trasversalmente, e conosciuti sotto il nome di *fibre muscolari* o di *fascetti primitivi*. Ognuno di questi varia per diametro tra 0,005—0,008" e 0,01—0,27". In massima sono più piccole le fibre dei muscoli dell'occhio e del viso di quelli del tronco; e quelle del cavallo sono più chiare e più piccole di quelle del bue. Guardate su un taglio trasversale sono più o meno concentriche o poligonalì e per lunghezza o sono quanto il corpo tutto del muscolo o pure sono interrotte nel mezzo terminando fusiformi come *Rollet* ed altri dopo di lui hanno dimostrato. In generale sono semplici e terminano agli estremi più o meno a punta; ma vi ha il caso in cui si ramificano dicotomicamente come un albero. In queste condizioni si trovano le fibre muscolari della cute delle labbra nel sorcio ed anche quelle della cute delle labbra dei mammiferi domestici con peli erettili alle labbra singolarmente dei solipedi è del gatto. Studiando il muscolo linguale in quest'ultimo animale ho potuto vedere che anche qui vi può essere ramificazione delle fibre, se non che è molto limitata e si mantiene alla prima divisione per lo più. Una varietà di fibre muscolari è quella del cuore: non solo è più piccola, ma quanto in tutta la sua estensione è ramificata ed in anastomosi colle altre. Ed in fine un'altra varietà è rappresentata dalle fibre di *Purkinje* o *catene muscolari* di *Obermeier*, le quali vennero descritte dal primo dei citati autori la prima volta nel '45, e si trovano sotto l'endocardio distese tra la punta del cuore e l'anello fibro-cartilagineo nel cavallo, nella pecora, nel bue, nel porco ecc. Le suddette fibre formano una rete di elementi muscolari striati trasversalmente, interrotta di tanto in tanto da cumuli nucleati di sostanza chiara nel centro e striata in senso longitudinale e trasversale alla periferia. È una particolarità da rimarcarsi che i cumuli del cavallo non hanno sostanza

jalina nel centro. Sul significato di questi cumuli poco si sa, nè è da meravigliarsi quando neppure gli si è assegnato un nome determinato, come si può vedere riscontrando gli ultimi due lavori al riguardo, cioè quello di *Obermeier* (1) e l'altro di *Lehnert* (2). Quest'ultimo sospetta che siano avanzi di grosse cellule embrionali, il cui passaggio in fibre muscolari non è completo.

Se la fibra muscolare si tratti con acido acetico allungato o con un altro acido come l'idroclorico; se si tratta anche meglio col succo gastrico, come può accadere a chi si trova a studiare le digestioni artificiali, le strie più o meno spariscono, e comparisce uno strato omogeneo periferico provvisto irregolarmente di nuclei che si trovano alla sua faccia interna. Questo strato è ciò che chiamasi *sarcolemma* o *miotema* che apparisce per dissoluzione più o meno avanzata del suo contenuto. Del resto può anche essere messo in evidenza mercò l'imbibizione al carminio.

È un fatto però che colla dissoluzione del contenuto spariscono le strie; quindi queste dipendono da quello. Come intanto si comporta a formar le strie il contenuto?

Io qui vi presento due preparati, su una serie che io ne ho fatta all'uopo; in uno, ed è della lingua di un gatto, avrete ad osservare che ogni fibra risulta da tanti dischi l'uno all'altro sovrapposti a simiglianza della pila di Volta, e ciascuno fatto da un aggregato di tante piccole particelle, le così dette *particelle primitive* del muscolo. In un altro all'opposto (e questo preparato mi è riuscito sulla lingua del gatto stesso), voi avrete a vedere che ogni fibra risulta da tanti filamenti o fibrille, anche dette *fibrille primitive*, di apparenza moniliforme, cioè rigonfiate successivamente e regolarmente. Queste apparenze intanto negli insetti si possono avere molto facilmente quando si agisce sui muscoli del torace. Ora questi due preparati vi lasciano sorgere l'idea che le striature della fibra muscolare possano dipendere o dalla disposizione a dischi del contenuto e l'uno all'altro sovrapposti, o dalla riunione di un fascio di fibrille moniliformi, che si dispongono in serie, e si corrispondono perfettamente con tutti i loro rigonfiamenti. Tali effettivamente sono sta-

(1) Archiv. für An. von Reichert e Dubois-Reymond 1867. Dispense 2 e 3.

(2) Schultze's Archiv. für An. ec. IV.

te le due opinioni che si sono possedute e sino a poco tempo generalmente divise intorno la costituzione della fibra muscolare, e si conoscono sotto il nome di teoria di *Bowmann* e l'altra di *Kölliker* per ricordare gli autori che l'hanno emesse od anche più sostenute. *Bowmann* ebbe a poggarsi certamente su preparati analoghi al primo che io vi ho presentato per sostenere la sua dottrina, o chiamò le particelle primitive muscolari *sarcous elements*; e *Kölliker* insieme con altri (ad es. *Valentin*, *Hentle*, *Vealeker*) che prima o dopo di lui divisero la seconda opinione si ebbe certamente a poggiare su preparati analoghi al secondo su citato. Entrambe queste dottrine però prese isolatamente son false, perchè fallaci ne sono le prove. I preparati sin'ora esaminati sono il prodotto dell'artifizio, sono il risultato della morte della fibra muscolare, ed è certamente più che morta una fibra quando ha attraversato tutte le fasi del processo di imbibizione a carminio.

Harting, col dimostrare (1854) nelle fibre muscolari tra le particelle delle stesse una sostanza interstiziale che si scioglie cogli acidi ed anche colla putrefazione, iniziava un nuovo periodo nelle conoscenze di questo importante argomento di Istologia. *Brücke* e *Kühne*, fra tutti gli altri che si sono occupati di poi, son quelli che più hanno contribuito alla cognizione vera della costituzione morfologica della fibra muscolare.

Il contenuto della fibra muscolare risulta effettivamente di due sostanze (disposte a strati successivi) l'una solida ed un'altra liquida, quella *birifrangente* o sostanza *anisotropa*, questa *monorifrangente* o sostanza *isotropa*. La sostanza solida è fatta di tante piccole particelle o *sarcous elements* della grandezza di 0,003^{mm} più corte che lunghe nei muscoli che si contraggono prestamente, e 10 volte più lunghe che larghe in quelli ove la contrazione è lenta. La figura di queste particelle, a seconda gli animali e i muscoli, è varia, cioè rotonda, cubica, ellissoidale, cilindrica, prismatica. In generale ora si conoscono sotto il nome di *prismi* muscolari, e per lo più guardate su una sezione trasversa sono poligonali. Ogni prisma muscolare è fatto alla sua volta di piccole particelle birifrangenti dette *disdiaetasti*, i quali si possono disgregare o riunirsi di bel nuovo; in generale cangiano i loro rapporti nello stato di attività o di riposo. L'angolo di rifrazione dei prismi è parallelo all'asse della fibra; ma quando si trattano cogli acidi an-

cho allungati, od anche cogli aleali e colla bollitura perdono secondo *Brücke* le loro qualità ottiche. La striatura trasversale dipende adunque dalla sostanza *anisotropa*.

Secondo quello che ho esposto la fibra muscolare adunque risulterebbe da tante zone successivamente solide e liquide, e le prime anche facilmente disgregantisi nelle loro particelle, onde non contrastano alla fluidità del contenuto muscolare. *Kühne* col dimostrare che il contenuto muscolare corre al polo negativo quando si tratti una fibra colla corrente elettrica, e coll' avere la felice occasione di esaminare un *parassita* (1) muoversi liberamente nella fibra muscolare di rana dall' uno all' altro estremo sfondando le zone dei prismi, che per altro riprendevano subito la loro posizione, ha messo fuori dubbio il vero stato fisico del contenuto muscolare.

Coagulandosi questo fluido, i prismi o possono restare riuniti in serie trasversale (dischi di *Bowmann*) o in serie longitudinale (fibrille primitive di *Kölliker*); e prima che si fossero dimostrati come esistenti effettivamente in vita, i prismi si credevano come il risultato di una divisione del coagulo in doppio senso, cioè longitudinale e trasversale.

Adunque la fibra muscolare vien fatta da un tubo eliuso con nuclei all' interno circondati da un po di protoplasma, ed un contenuto liquido in cui sono sospesi delle particelle solide regolarmente disposte a strati. È intanto ignorata la cagione per cui le zone mantengono la loro ordinaria disposizione.

Oltre di ciò vi hanno elementi nervosi nelle fibre muscolari, e consistono in placche, le così dette *placche motrici*, di sostanza granulare e visibilmente nucleata, nella quale si termina il cilindro assile delle fibre nervose le cui guaine lo lasciano all' entrare della fibra muscolare, l' elastica continuandosi col sarcolemma e la midollare arrestandosi. La placca nervosa o cumulo di sostanza nervosa, da una parte si continua direttamente col cilindro assile e dall' altra colla sostanza muscolare. Nei batracii e nei pesai, in cui la placca manca, si trovano in cambio prolungamenti nucleati

(1) (*Myrocytes Weismanni*): piccolo elminto probabilmente della famiglia delle *Anguillulide* (Eb.). Sin' ora non si è potuto riprodurre artificialmente, il che sarebbe di gran giovamento per gl' Istologi e i Fisiologi.

del cilindro assile, più grandi e più lunghi nei batracii, e più pleocoli e più corti nei pesci. In entrambi i casi vi ha sempre continuazione della sostanza nervosa nella muscolare. Tale continuità è un dato anatomico importante per intendere il processo di eccitazione della fibra nervosa sulla muscolare.

III.

La composizione chimica della fibra muscolare è tuttavia non abbastanza conosciuta. Il miolema è veramente di natura elastica e la sua resistenza agli acidi lo dice chiaramente. Del contenuto, la composizione dei prismi è del tutto ignorata, e quella soltanto del liquido o del plasma muscolare è discretamente innanzi. Si ammette che la sostanza chimica che lo formi è un corpo albuminoide complesso che si addimanda *inogeno* di costituzione ignota. Questo spontaneamente nella fibra o quando è estratto dalla stessa (1) si sdoppia; e mentre si sviluppano gas da una parte come per es. l'acido carbonico, si ha dall'altra la coagulazione di una sostanza, la *miosina*, che a poco a poco sprigiona un liquido; ed è il siero muscolare. Il plasma muscolare è alcalino, alquanto viscoso; il siero in cambio è acido. Il freddo ostacola il rapprendimento della miosina; sopra 0° la coagulazione avviene in modo lento; a 40° poi avviene quasi istantaneamente. Trattata cogli acidi e dopo neutralizzazione si ha la preeipitazione della *sintonina* o della così detta fibrina muscolare, la quale si presenta a floechi trasparenti e della seguente composizione centesimale: C 54,06 — H 7,28 — N 16,03 — O 21,80 — S 1,11. Nel siero poi restano altri corpi albuminoidi che si coagulano col calore, ed inoltre l'emoglobina, forse il protagone, piccole quantità di grasso, gli zuccheri (lo zuccherò d' uva e l' inosite), l' acido lattico, l' acido inosico, la creatina, la creatinina (non preformata), l' ipoxantina, fosfati acidi, acido carbonico, ed acidi grassi volatili (acido formico ed acetico). Infine nelle fibre muscolari si trovano due fermenti: *Brûke* vi scovriva la *pepsina* la quale proviene da quella del succo gastrico assorbita, e *Piotrowsky* un fermento analogo

(1) Kühne estrae il plasma muscolare comprimendo pezzi di muscoli che si sono in precedenza dissanguati mercè iniezione di acqua con cloruro di sodio all' 1 0/10 e congelati. Si prestano bene i muscoli degli animali a sangue freddo.

al salivare e che si separa nello stesso modo come nella saliva. L'emoglobina dei muscoli è la stessa di quella del sangue, seb- bene non dal sangue dipende la colorazione della carne; giacchè si può privare un muscolo di tutto il suo sangue e ciò non per- tanto resta il suo colorito; e viceversa ci sono muscoli, in alcu- ni animali, che sono incolori mentre il loro sangue è rosso e ros- si ne sono gli altri muscoli, 'ad esempio i polli che hanno i mu- scoli pettorali bianchi. L'emoglobina muscolare trattata allo spet- tro dà l'istesse linee assorbite oì quella del sangue: però non cri- stallizza come questa e si sono prodotti soltanto i cristalli di emi- na. Normalmente si trova nel plasma muscolare, ed i prismi per- ciò ne sono senza; ma come fatto cadaverico si può diffondere an- che in questi. L'emoglobina si riduce facilmente; dà l'ematina ed il colore si cangia in bruno. Da ciò dipende il cangiamento di co- lorito della carne dopo la morte e forse anche in vita in quegli animali (depre) a carne nerastra. L'emoglobina muscolare a 65° C. si coagula e si decompone, onde la carne cotta si scolora.

IV.

La fibra muscolare ha elasticità per il suo sarcolemma; ha con- trattilità pel suo contenuto; ed ha potere elettromotore, che si fa dipendere secondo un'ipotesi da particelle bipolari che la com- porrebbero. Le fibre nel riunirsi a formare il tessuto si addossano più o meno strettamente e sono mantenute in vicendevole rapporto da tessuto germinale che qui si addimanda: *perimisio*. In questo corrono i vasi sanguigni, i linfatici ed i nervi, delle cui fibre mo- trici già sappiamo la terminazione. Gli organi che risultano da que- st'insieme di parti, con a fondamento le fibre muscolari, sono i mu- scoli, e le proprietà di questi sono perciò quelle delle fibre. Quin- di i muscoli sono elastici ed anche più delle fibre muscolari, perchè vi si associa anche l'azione del tessuto germinale; sono contrat- tili; hanno potere elettromotore, e si presentano effettivamente in essi delle correnti muscolari che continuamente lo percorrono nello stato di riposo in senso determinato, cioè dalla superficie longi- tudinale alla trasversale. Nello stato attivo del muscolo, le correnti subiscono un cangiamento; e nella rigidità o nella morte si so-

no estinte. Questi due stati sono accompagnati da cangiamenti chimici non ancora ben determinati, e che qui non devono occuparci.

In cambio passeremo ad una quistione che dev'essere trattata, ed è quella che riguarda le vie del rinnovamento istologico, e che in altri termini si risolve: come nascono, come crescono, come le fibre muscolari si riproducono. Argomento complicato e tuttavia irrisolto.

V.

Tre sono fondamentalmente le opinioni che riguardano lo sviluppo della fibra muscolare con non poche gradazioni a seconda gli autori.

1. *Schwann* la faceva sviluppare da un aggruppamento in serie di cellule e dalla loro reciproca fusione: di qui le pareti delle cellule passavano a parete della fibra, e lo stesso accadeva dei loro nuclei e del loro contenuto. Nessuno ha mai visto nullo di simile, e la dottrina di *Schwann* perciò si ha sempre avuto soltanto il merito di essere in armonia col sistema che questo grande uomo aveva imposto all'Istologia. Ciò non per tanto non mancano di quelli che tuttavia la espongono e l'accettano, come ad esempio il *Gurtl* nella sua *Fisiologia* (1).

2. *Remak*, *Kölliker*, *Frey* e molti altri, considerando la fibra muscolare come una cellula sola particolarmente configurata, la facevano sviluppare direttamente da una cellula embrionale. La parete di questa si sarebbe accresciuta, il nucleo moltiplicato, ed il contenuto si sarebbe, a cominciare dalla periferia, diviso in fibrille. Questa opinione che ha avuto molti seguaci ed ha pigliato posto come reale in quasi tutti i Trattati di Istologia è da considerarsi come l'espressione di un principio esagerato, cioè dell'*unicellularità* degli elementi istologici, principio del resto che ha molto giovato al progresso della scienza. È una esagerazione; giacchè le più ovvie osservazioni dimostrano tutto il contrario, come subito passeremo a dire; onde anche chi ne aveva tutto l'interesse, come il *Virchow*, non ha voluto mal determinatamente

(1) *Lehrbuch der Vergleich. Physiol.* Berlin 1865 p. 40 e 44.

pronunziarsi sull'unocellularità della fibra muscolare. Dall'altro canto, prescindendo pure dalla fibrillazione del contenuto che non sarebbe più consentaneo alla realtà della disposizione del protoplasma muscolare, è mai possibile che la parete di una cellula embrionale crescesse tanto da arrivare ad ingrandirsi nel sarcolemma, e con quai poteri? Questo per la scienza oggi è inconcepibile.

3. *Margo*, v. *Wittich*, *Leydig* ed altri infine hanno patrocinato con una certa tal quale differenza l'opinione che la fibra muscolare risulta ed effettivamente proviene da più cellule. Secondo *Margo* da una blastema omogeneo e nucleato, prodotto dalle cellule embrionali, si configurano (1) delle cellule di varia forma: rotonde, ovali, allungate, i cui diametri sono in lunghezza 0,005" ed in larghezza 0,0025". Queste cellule sono da lui addimandate *sarcoplasti*, ed hanno contenuto contrattile e parete che si fonde col contenuto, e forse per meglio dire sono senza parete. Il contenuto, dapprima omogeneo, si divide più tardi nella particelle muscolari o *sarcous elements* di varia grandezza e figura che si dispongono in serie trasversale. I sarcoplasti si addossano come le fibro-cellule muscolari, indi si fondono e vengono rivestiti da una membrana che è l'addensamento del blastema di connessione che le circonda. Dunque all'opposto del modo di vedere di *Schwann* e dell'altro di *Remak* la parete non si formerebbe da quella cellulare. Per *Leydig* all'incontro il fascetto primitivo è l'insieme di più cellule fuse il cui contenuto si metamorfosa in fibrille; i nuclei poi da una parte separerebbero la sostanza che si versa tra le fibrille e dall'altro danno la sostanza che per metamorfosi cuticolare forma il sarcolemma. E *Weismann* presso a poco lo conferma per osservazioni fatte negli artropodi: solo specifica che il contenuto contrattile proviene dai nuclei ed il sarcolemma è veramente un addensamento cuticolare delle cellule. *Oehl* infine in un suo accurato lavoro (2) sullo sviluppo delle fibre muscolari del *serinus canaria* sostiene che lo sviluppo dei muscoli ha luogo per fibrille derivanti dall'allungamento e dall'aggregazione longitudinale e trasversa dei proliferanti nuclei delle cellule embrionali, previa

(1) Si badi a non confonderla colla genesi libera.

(2) Sullo sviluppo dei muscoli striati e sulle loro differenze di struttura, di composizione chimica e di pigmentazione. *Morgagni* 1864 p. 114.

fusione di quest' ultime in sostanza unitiva fondamentale. Il sarcolemma sarebbe una formazione particolare.

Di tutti, il terzo modo di genesi è il reale. Effettivamente da molte cellule sorge la fibra muscolare; senonchè non si è tuttavia sicuri su tutte le modalità del processo, come si rileva dalle opinioni riportate dei vari autori. Stando alle proprie osservazioni che ho potuto fare su embrioni equini e bovini intorno i cinque mesi devo dire, che il modo di vedere di *Leydig* mi pare il più vero. Io ho potuto vedere nei muscoli cervicali i così detti corpuscoli plasmatici, in massima, fusiformi, con nucleo nucleolato, e con notevoli prolungamenti che vicendevolmente si addossavano. In un grado più avanzato si fondevano e le striature trasverse comparivano. Per la genesi di queste io ho potuto vedere che realmente dipendevano da particelle che si addossavano, o dai prismi muscolari; giacchè nel primo stadio sono effettivamente isolati, si dispongono in serie longitudinale divisi da una sostanza più trasparente, e essa singolare nell' asserirsi pare come se seguissero la guida dei prolungamenti filiformi delle cellule anzidette. Io non mi ho potuto assicurare nè convincere che questi prismi siano il risultato di uno sviluppo o di una configurazione del protoplasma contrattile: al contrario ho dovuto sempre vedere con mia sorpresa che queste stesse particelle evidentemente si trovavano altresì nel nucleo. D' onde intanto sono pervenuti? forse di fuori, o non può darsi che li si producono per emigrar poscia nel protoplasma? Io invero non saprei per ora rispondere a questo quesito; e mentre ne vedo tutta l' importanza giacchè la sua soluzione racchiude la dottrina del vero sviluppo embriologico della fibra muscolare, non so che altri se ne fossero occupati.

La creseenza della fibra muscolare sia nella vita fetale che nell' extrauterina merita ancora di essere studiata. Per quello intanto si può sospettare generalizzando le idee della vita cellulare e stando alle osservazioni embriologiche, pare che il tutto sia affidato ai nuclei sottosarcolematici. Ma vi ha nella vita una vera neoformazione di fibre muscolari, sia nel periodo della creseenza, che nell' adulto per rimpiazzare quelle che si perdono o si distruggono, il più ordinariamente, per degenerazione adiposa. *Budge e Schmitz* richiamarono su ciò la prima volta l' attenzione per ricerche comparative sui muscoli della gamba di giovani e di vecchie rane. Oggi non si dovrebbe avere difficoltà ad ammetterla

generalmente; e conciliando le opposte idee di v. Wittich e di Weismann deve questa nuova formazione provenire e dai corpuscoli del tessuto germinale interfibrillare (perimisio) e dai nuclei del sarcolemma. Mi astengo di dire altro su ciò, giacchè molto poco si conosce, ed una parte va compresa in quello di già esposto sullo sviluppo embrionale.

VI.

Gli elementi del tessuto muscolare liscio o della vita organica sono le così dette *fibro-cellule muscolari* o le fibre muscolari lisce. Consistono esse realmente in una cellula allungata, fusiforme con un nucleo del pari allungato, cilindrico, ed un contenuto. In lunghezza e larghezza sono molto variabili, e si dispongono in modo da addossarsi l'una all'altra, riunite da tessuto germinativo, che si seloglie sia coll'acido nitrico (20 0/0) o colla potassa (33 0/0) sia, e meglio, coi liquidi medio e debole di *Moleschott*. Determinatamente non si sa, ma le si accorda come probabile una parete o sarcolemma. Il contenuto è in massima liscio, ma qualche volta può presentarsi striato sia trasversalmente che longitudinalmente; ed in massima è fatto da piccole parti brifrangenti, cioè dai *disdiastasi*. Il nucleo è cilindrico negli animali superiori, ed è perciò caratteristico. L'acido acetico lo mette in evidenza. I poli della cellula ordinariamente sono semplici, ma possono essere doppi; e questo è il caso delle fibre della tunica intestinale singolarmente nel cavallo. La composizione chimica delle fibro-cellule è in generale quella delle fibre striate. Dà una sostanza coagulabile, sebbene non si può provare lo sviluppo di un siero acido. Eccetto i muscoli dell'utero, che in contrazione presentano una distinguibile acidità, le fibrocellule muscolari sono sempre alcaline. Lo sviluppo delle fibre muscolari lisce è effettivamente unocellulare. Una cellula embrionale cioè, sia rotonda che fusiforme, non può essere l'elemento genetico. Una neoformazione unocellulare continua anche nella vita extrauterina.

La riunione delle fibro-cellule forma i muscoli lisci, e questi si trovano in generale nei visceri, sia come membrane proprie (ad

esempio la tunica muscolare dell'intestino, la tunica muscolare di varii dotti escretori), sia come uno strato in un'altra membrana (ad esempio lo strato muscolare sottomucoso della membrana mucosa dell'intestino), sia commisto agli altri elementi di un organo, o membranoso come ad esempio i vasi, o parenchimale come ad esempio i polmoni, le glandole linfatiche (nei ruminanti). In tutti i casi non seguono mai la stessa direzione, e formano più piani sovrapposti in senso longitudinale, trasversale ed obliquo relativamente agli organi in cui si trovano. L'importanza dei muscoli lisci è grande. Sono essi che sostengono quasi tutti i lavori meccanici delle funzioni nutritive.

LEZIONE XV.

SOMMARIO. — Tessuto nervoso e sua distinzione. — Esame istologico delle cellule nervose. — Idem delle fibre. — Composizione chimica di entrambi. — Rapporti delle cellule colle fibre nervose, e di queste cogli organi periferici. — *Purkinje*, *Tommasi*, *Bernak* quali primi scopritori della connessione delle fibre colle cellule nervose. — Modi differenti di connessione. — Sviluppo del tessuto nervoso e sue proprietà fisiologico.

I.

Il tessuto nervoso è l'insieme delle parti essenzialmente *conducibili* e *sensibili* dell'organismo animale, particolarmente configurate. Nei limiti della pura istologia generale due sorte di elementi si distinguono, cioè: le *cellule* e le *fibre nervose*. L'una e l'altra nel riunirsi in organi formano due sistemi, di cui l'uno è la sede dei fenomeni psichici, volontari, e l'altro presiede ai fenomeni delle funzioni nutritive e riproduttive; onde il tessuto come il sistema si distingue in tessuto nervoso della vita animale o *volontario*, ed in tessuto nervoso della vita organica, involontario o del gran simpatico. Nel primo le fibre corrono alle cellule comprese in un insieme di organi centrali (l'asse cerebro-spinale), e nel secondo corrono alle cellule comprese singolarmente in organi od in gangli diffusi pel corpo, nei gangli parenchimali. L'uno e l'altro però si fondono, si addossano, si uniscono, e non vi ha luogo perciò a farne una trattazione speciale. Noterò soltanto le differenze che gli elementi dell'uno e dell'altro presentano.

II.

Le fibre nervose, anche dette *tubi nervosi*, *fibre nervose primitive*, sono le parti propriamente conducibili del tessuto nervoso. Morfologicamente considerate, si distinguono le fibre *bianche* (anche dette fibre a doppio contorno, fibre con midolla, fibre orlate) e le *grigie* (ancor dette fibre pallide, fibre senza midolla).

Le fibre bianche o risultano da tre parti, o da due, cioè a dire: o a) da una *guaina membranosa esterna*, b) da una *guaina midollare*, e c) da un *asse centrale*, o soltanto a) dalla *guaina midollare*, e c) dall' *asse centrale*. Le fibre grigie all'incontro risultano o da due o da una sola parte, cioè a dire: o a) dalla *guaina membranosa esterna* e b) dall' *asse centrale*; o pure da quest'ultimo soltanto.

M. Schultze distingue le seguenti specie di fibre:

1. *Fibrille nervose primitive*; le più semplici, visibili a 500, 800 ingr. Si trovano nei centri nervosi e nelle parti periferiche; sono senza struttura, diventano varicose sotto l'azione dell'ac. cromoico. Non si possono isolare che quando sono state indurite col suddetto ac., o con l'ac. osmico ecc. Si riconoscono per elementi nervosi della loro continuazione con fibre nervose.

2. *Fasci di fibrille primitive*. Si trovano negli organi centrali e misurano più micromill.; risultano da più fibrille riunite da sostanza interfibrillare: costituiscono i *protungamenti protoplasmatici* di *Deiters*, che Schultze vorrebbe chiamare *protungamenti ramificati d'onde* i *protungamenti cilindrici*.

3. *Fibrille primitive e fasci di fibrille con guaina midollare* ed anche *guaina di Schwann*.

4. *Fibrille primitive e fasci primitivi con sola guaina di Schwann*.

Come si vede questa distinzione è sostanzialmente la stessa di quella adottata, che potremo quindi non alterare anche perchè è molto più semplice. Soltanto è da dirsi sin da ora che il cilindro assile può esser fatto da una sola fibrilla o da un fascio di fibrille, che Schultze chiama fibrille primitive.

A. Le fibre della prima specie sono dei tubi chiari trasparenti di una larghezza variabile tra 0,0008 0,0025^m e 0,003—0,01^m. Si è voluto la larghezza prendere per carattere differenziale; onde si sono distinte in fibre larghe o motrici (a conducibilità centrifuga), ed in fibre strette o sensibili (a conducibilità centripeta); ma tal differenza non ha tuttavia valore.

Queste fibre, benchè osservate fresche e coi mezzi ordinarii, sembrano soltanto dei tubi semplici, od anche dei tubi con una parete ed un contenuto; ciò non pertanto l'asse centrale è una parte normale della fibra e non è un prodotto cadaverico. Imperocchè, 1.° trattate a luce polarizzata si distinguono tutte le

parti per differenti proprietà ottiche; 2. nelle terminazioni nervose si perdono o si arrestano la guaina fibrosa e la midollare, e continua soltanto l'asse centrale a rappresentare la fibra; 3. con tutti i mezzi reagenti (acido nitrico e clorato di potassa, soluzione di sublimato, collodio, cloroformio ecc.) che si adoperano si ha sempre ed uniformemente il cilindro assile. Nel mio esercizio io ho trovato dopo l'inibizione a carminio molto utili i miscugli di *Moteshott* per mettere in evidenza l'asse centrale, ed anche (ma è meno preferibile) l'acido acetico colla glicerina.

a) La guaina membranosa esterna (ancor detta guaina di *Schwann*, guaina *primitiva*, *nevrilema*) è una membrana elastica nucleata, visibile come una linea, e spessa di 0,0004—0,0008^m. Contiene all'interno dei rari nuclei, e come le fibre si avvicinano alla periferia si assottiglia da non più facilmente riconoscersi. L'espulsione della guaina midollare si ha colla compressione; e l'acido acetico, la potassa ed altri reagenti la mettono subito in evidenza. Sulle fibre tagliate si aggrinza o la striature che ne risultano per tutto il nervo sono le così dette *strie* del *Fontana*.

b) La guaina midollare o midolla dei nervi è un liquido oleoso; vien circondata dalla guaina di *Schwann* e circonda alla sua volta l'asse centrale. A luce rifrangente dà il contorno doppio alla fibra, ed a luce incidente le dà un aspetto a riflesso argenteo. Sebbene fluida, pure deve considerarsi come fatta di piccole parti solide a rifrazione doppia in senso della lunghezza della fibra. Si coagula molto facilmente ed a strati successivi nella fibra a cominciare dall'esterno. I due primi danno a questa il contorno doppio; la parte più interna resta fluida. Quando gli strati nel coagularsi restano interrotti, la parte fluida può rigonfiare la fibra o darle apparenze diverse. Nelle fibre sottili il doppio contorno non apparisce; si ha in cambio che la midolla e la guaina esterna formano dei rigonfiamenti, e la fibra diviene perciò varicosa.

Una fibra trattata all'acido osmico ed esaminata in una sezione trasversa presenta la sua midolla circolarmente stratificata. Se esce la midolla dalla guaina, per pressione od anche per semplice rottura di questa, subito si riprende in tanti grumi speciali. Coll'acido osmico, ha la proprietà di colorarsi in nero per la riduzione del metallo. *M. Schultze* ne ha fatto un mezzo di ricognizione della sostanza nervosa. La guaina midollare manca nelle giovani fibre come nelle fibre embrionali dei primi mesi.

c) L'asse centrale, anche detto *cilindro assile*, *cylinder axis* di *Purkinje*, *nastro primitivo* di *Remak*, è un cordone per lo più appiattito ed a doccia, talvolta ellindrico, pallido, talora finamente granulare, e di tanto in tanto rigonfiato. Si mette in evidenza, a parte già i metodi d'imbizione, coll'adeprare il collodion su tagli possibilmente secchi (*Pflüger*), o il cloroformio (*Waldeyer*). Alcuni vi hanno creduto di vedere dei nuclei e fin dei prolungamenti (1). Corre nel centro della fibra in linea retta, ma talora anche inflesso: quest'ultimo corso per altro si osserva sulle fibre tagliate, e non è sicuro se sia questo proprio il suo corso in vita. In qualche preparato l'inflessione lo l'ho vista arrivare sino quasi in contatto colla guaina. Non si sa di positivo se formi un tubo propriamente detto, come *Hannover* ed altri hanno creduto dimostrare; ma pare sicuro che risulti da due strati, e *Mauthner* nelle fibre della midolla dei pesci l'ha coloriti al carminio: il più esterno più intensamente dell'altro. Ad ogni modo sembra che risulti in massima, da più filamenti che corrono o paralleli all'asse od a spirale come si è osservato negli insetti; od anche come si rileva dall'esame delle terminazioni periferiche dei nervi da un filamento solo (*Schultze*). La prova che risulti da più filamenti negli animali superiori si ha singolarmente nel fatto rimarcato da *Schultze*, nella divisione, cioè, del cilindro assile in fibrille. Le fibre colle anzidette tre parti sono le più diffuse e formano gli elementi tubulari di tutto quasi il tessuto nervoso della vita animale. Quelle poi senza guaina di *Schwann* formano il resto del detto tessuto e si trovano particolarmente negli organi centrali nervosi e nei nervi degli organi dei sensi, e fra questi in quelli della vista e dell'udito.

(1) Or son tre anni *Roudanowsky* pubblicò un lavoro sulla struttura delle parti nervose, secondo il metodo della congelazione ($10-15^{\circ}$ R sotto 0°) ed indi dell'arrossamento al carminio.

Nello stesso dimostrava fra l'altro che: i cilindri assili danno sulla loro lunghezza delle fibre trasverse che passano per la parete dei tubi (guaina di *Schwann*) e vanno a comunicare con prolungamenti analoghi dei cilindri assili delle fibre vicine. Questi prolungamenti si troverebbero nelle radici anteriori e posteriori dei nervi spinali, e nella sostanza bianca della midolla spinale. I suddetti prolungamenti sarebbero più tenui nelle fibre dell'uomo che in quelle degli animali, ad es. il cavallo. Secondo l'autore una delle cause della varicosità delle fibre nervose è fatta probabilmente dalla presenza delle fibre trasverse del cilindro assile.

■. Le fibre *grigie*, o le fibre embrionali, fatte dall'asse cilindrico e dalla guaina di Schwann, sono anche conosciute sotto il nome di fibre di Remak o di fibre *gelatinose*; sono chiare, a contorni lisei, finamente granulari, ma per lo più omogenee, larghe da 0.001—0.003" e spesse 0.0008", e fornite di tanto in tanto di nuclei ovali e fusiformi. Ordinariamente è un solo il cilindro assile contenuto nella guaina membranosa, ma alle volte ne può essere un fascio con nuclei interlibrillari. La varietà poi delle fibre lisee, consistenti soltanto di cilindro assile, si suol presentare spesso varicosa. Le prime costituiscono in gran parte i nervi del gran simpatico; le seconde si trovano nelle terminazioni periferiche dei nervi sensitivi, nelle terminazioni dei nervi delle pareti vasali, e negli organi dei sensi.

III.

Le cellule nervose (ancor dette *corpuscoli nervosi*, *cellule ganglioniche* o *ganglionari*) sono in massima degli ammassi di protoplasma con uno strato leggermente più spesso alla periferia, e con un nucleo nucleolato. Il protoplasma è sempre granulare, quando esiste e contiene sparso dei granuli di grasso, ed un cumulo di pigmento granulare giallo, e talora bruno. Questo cumulo si fa vedere per lo più verso la periferia e le cellule dei tagli che possego di midolla spinale dei solipedi e dal ganglio di Gasser degli stessi lo presentano costantemente molto sviluppato. Lo strato alquanto più spesso periferico è stato considerato da alcuni come parete, ma altri la negano interamente. Nei pesci suole rinvenirsi uno strato periferico ed involgente di grasso, in modo che le cellule appariscono orlate come le fibre nervose. Il nucleo è semplice, talora doppio, e non è tuttavia deciso se questo fosse indizio di moltiplicazione cellulare o di fusione di due cellule. Ordinariamente il nucleo è nucleolato, e nel nucleolo si suole anche trovare un granulo fortemente rifrangente la luce, secondo le osservazioni di Mauthner, di Schrön e di altri. Già Remak (1853) aveva intravisto una struttura particolare delle cellule nervose: il protoplasma delle stesse gli parve disposto a friville. Dipoi Leydig, Beale ed altri hanno ripetuto la stessa cosa, senza però accordarsi definitivamente ed in un modo preciso. Ultimamente lo Schultze

ha ripreso la quistione, ed ecco quanto questi ne scrive nell' *Handbuch der Lehre von den Geweben* ecc. von Stricker pag. 128 e seguenti: « Le fibrille di entrambi le specie di prolungamenti (cioè del nucleare e dei prolungamenti protoplasmatici delle cellule spinali) si originano dalla sostanza delle cellule ganglionari, che in tutta la loro estensione hanno una struttura fibrillare, ed in mezzo alle fibrille una sostanza granulare, che contiene spesso un pigmento giallo, o giallo-bruno. Lo stesso si può continuare nei prolungamenti, o pure ricomparire in questi dopo d'essere sparito. La struttura fibrillare è distintissima alla periferia delle cellule, ma indubitamente non manca nel centro. Però in molti casi, nelle cellule giovani più che nelle adulte, intorno al nucleo si trova una sostanza soltanto granulare. Il corso delle fibrille nell'interno delle cellule è molto complicato. Da ogni prolungamento le fibrille divergono nella cellula, indi s'incrociano e si perdono. Una tale struttura è visibile nello stato fresco delle cellule, quando cioè si osservano isolate nel siero, e nel modo più evidente nell'acido osmico ». Le cellule nervose sono birifrangenti, variano in grandezza tra 0,001—0,06", ed in queste oscillazioni molto soffre il protoplasma; giacchè o suol molto svilupparsi, o ridursi a minimi termini tanto che le cellule appaiono come semplici nuclei. A norma della grandezza *Jaenbowitsch* le distingue nella midolla spinale in cellule nervose motrici (le più grandi) ed in cellule nervose sensitive (le più piccole). Sebbene questa distinzione non abbia nulla di assoluto, pure oggigiorno si ritiene e vi si aggiungono di più i rigonfiamenti nucleari, cioè le piccole cellule con poco o quasi nulla di protoplasma: le quali si trovano nei centri nervosi e nella retina di cui costituiscono lo strato granuloso esterno, o strato dei rigonfiamenti nucleari di *Schultze*. Si sono fatti dei tentativi per avvalorare questa distinzione con prove di altro genere, come quelle di *Mauthner* sull'imbibizione al carminio (1); ma fin' ora sono restati senza valore.

A simiglianza delle fibre, le cellule nervose, paragonate per en-

(1) *Mauthner* ha creduto di dimostrare che trattate le cellule della midolla spinale con la soluzione ammoniacale di carminio, le motrici si arrossano nel nucleo, mentre le sensitive non si colorano, e le psichiche neppure nel contenuto.

Chi è abituato a lavorare coi metodi d'imbibizione riconosce subito come questa via è piena d'illusioni quando si vuol giungere alle conseguenze dell'autore citato.

tità al cilindro assile, possono essere o no circondate da midolla e da membrana di connettivo; onde si distinguono in cellule *nude* come quelle che si trovano nei centri nervosi; in cellule *rivestite* da una capsula midollare, o da questa e da una capsula di connettivo, esempio negli organi dei sensi; ed infine in cellule circondate da una capsula di connettivo e rivestita all'interno di uno strato di epitelio pavimentoso. Le cellule di quest'ultima specie si trovano nei gangli sia spinali che simpatici, e si sono osservate nel porcellino d'India, nel coniglio, nel cane, nell'uomo. Rivedendo i miei preparati sul ganglio di Gasser di cavallo ho avuto a rimarcare in alcuni punti nello interno delle capsule uno strato semplice di piccole cellule piuttosto pavimentose che circondano, lasciando un certo spazio, la cellula contenuta nella capsula. Il tessuto germinale intercapsulare è ricco di nuclei, e da questi successivamente si passa alle cellule pavimentose anzidette, ritenute di già per nuclei della capsula. Nei gangli simpatici (cervicale superiore ed inferiore) dell'istesso animale sono stato meno fortunato, giacchè in un punto solo ho potuto vedere lo strato epiteliale, e, cosa da rimarcarsi, le cellule piene di granuli di pigmento (1). Vero è però che i suddetti preparati erano ottenuti co' metodi ordinarii dell'imbibizione a carminio e conservati nel balsamo del Canada; mentre si raccomanda in queste circostanze il trattamento all'argento o l'impiego del jodo-siero. L'epitelio delle capsule era stato di già visto da *Wagner, Robin, Remak*; negli ultimi tempi quest'argomento è stato studiato da *Frantzel* (2), *Arnold* ed altri.

Le cellule nervose hanno prolungamenti, i quali contribuiscono a darle la forma più variata. A seconda il numero dei prolungamenti si distinguono in cellule *bipolari*, *tripolari*, *multipolari*. Le cellule bipolari sarebbero in massima quelle del gran simpatico. In ogni caso uno dei prolungamenti è più grosso ed in connessione diretta col nucleo e gli altri col protoplasma; onde si distinguono in prolungamenti *nucleari* o *protoplasmatici*, o in grossi e piccoli prolungamenti.

(1) Questo fatto della pigmentazione delle cellule delle capsule richiamò tutta la mia attenzione, ma meglio scrutando i preparati non ho potuto vedere altri punti che visibilmente avessero presentato lo stesso fatto. Solo ho avuto ad osservare che alcune cellule in cambio del cumulo di pigmento lo portavano qualche volta come corona in tutta la periferia.

(2) Beiträge zur Kenntniss von der structur der spinalen und sympathischen Ganglienzellen. *Virchow's Archiv*. XXXVIII, 519, 558.

Prima degli ultimi sei a sette anni si riteneva come incontestabile che vi erano altresì cellule nervose *apolari* ed *unipolari*. Oggi le apolari singolarmente non più si ammettono dai buoni istologi, e bisogna riconoscere che molto hanno contribuito a questo progresso i lavori di *Beale*. *Beale* stesso ed altri sollevarono la questione dell'origine probabile di uno dei prolungamenti dal centro delle cellule; *Deiters* (1) di poi, *Gerlach* (2) ed altri hanno messo fuori dubbio che nelle cellule del midollo spinale vi ha un prolungamento, ed è il più marcato, il principale, il quale parte dal nucleo. Questo fatto sarebbe altresì appoggiato dalle osservazioni embriologiche di *Hensen* il quale seguendo lo sviluppo dell'asse centrale nervoso nelle rane ha potuto constatare la partenza dell'asse cilindrico dal nucleo. Una differenza notevole ha rimarcato *Deiters* nel punto di partenza del grosso cilindro assile nelle cellule motrici o sensitive; giacchè se nelle prime uscirebbe dal centro della cellula, nelle seconde soltanto dalla base del più sviluppato prolungamento protoplasmatico. Questa sarebbe una disposizione abbastanza generale, di tal che se n'è voluta fare una qualifica specifica per le cellule motrici e le sensitive. Non è del pari fuori dubbio se il prolungamento protoplasmatico si dispone a spira intorno al nucleare; ma per lo meno è da ritenersi che non è questa la disposizione generale per tutte le cellule; invece sarebbe limitata alle cellule bipolari. *Beale* vuole che le spire si aumentino coll'età della cellula, e corrispondentemente questa s'impicciolisce per la perdita che fa convertendosi in fibra. Nelle cellule simpatetiche della rana *Arnold* ammette che il cilindro assile non solo è in connessione del nucleo, quanto vi termina a testa. Dalla periferia poi del nucleo partono dei prolungamenti che s'intrecciano e formano una rete, che è come lo scheletro del protoplasma o della sostanza granulare situata nelle sue maglie. Da questa rete partirebbe il prolungamento a spira.

IV.

La chimica composizione degli elementi nervosi è poco conosciuta. Si sa solo che trattando chimicamente certi organi entra-

(1) *Deiters*. Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark des M. und der Saug. 1865.

(2) *Gerlach*. Anatomie des Rückenmarks. Centralblatt N. 24 e 25 1867.

li, come il cervello, si ottiene un corpo complesso albuminoide d'ignota costituzione, detto *protagono* ($C_{232}H_{210}N_4PO^{14}$). *Liebreich* che n'ha fatto il più classico studio negli ultimi tempi gli ha assegnato i seguenti caratteri: è una sostanza cristallizzabile, solubile nell'alcool caldo e nell'etere, e nell'acqua si gonfia e diventa globosa. Bollita colla barite si sdoppia in *nevrina*, acido fosfoglicerico e diversi acidi grassi. La mielina, la lecitina, la cerebrina, l'acido cerebrinico ecc., ritenute di già come parti degli elementi nervosi, non sono se non il prodotto di decomposizione del *protagono*.

La *nevrina* anche detta *colina* è una base ossitilenica che rappresenta l'idrato di ossitile ammonico, in cui 3 atomi d'idrogeno sarebbero rimpiazzati da 3 gruppi metilici. Perciò *Baeyer* aveva pensato di realizzarla sinteticamente trattando col joduro di metile l'idrato di ossitile ammonico che si forma insieme ad altre basi ossitileniche per l'azione dell'ossido di etilene sull'ammoniaca.

Frattanto *Wurtz* con altro processo pare che abbia felicemente composta la *nevrina*, cioè trattando in un tubo chiuso ed a caldo 5 grammi di trimetilamina con 10 grammi di cloridrina di glicole. Il prodotto, raffreddato, è cristallizzato, e risulta dal cloruro di ossitile-trimetile ammonico. Col cloruro d'oro si ha un cloruro doppio d'oro e di ossitile-trimetile-ammonico (si appalesa come un precipitato cristallino di un giallo puro). Questo cloro-aurato si è mostrato identico ad un altro simile che *Liebreich* aveva direttamente ottenuto colla *nevrina* del cervello.

Volendo ora specializzare le cognizioni chimiche intorno alle varie parti del sistema nervoso si può dire solo che: a) la guaina di *Schwann* è di natura elastica analoga al sarclemma; b) la midolla o guaina midollare è verosimilmente fatta da *protagono*; c) il cilindro assile risulta da sostanze albuminoidi e con molta probabilità da un liquido spontaneamente coagulabile, donde si spiegherebbero i suoi rigonfiamenti cadaverici. L'acido nitrico ha sullo stesso la reazione che ha sulle sostanze albuminoidi, cioè lo colora in giallo; e la sostanza spontaneamente coagulabile sarebbe analoga alla miosina dei muscoli; e d) le cellule nervose infine avrebbero in massima la stessa composizione del cilindro assile.

V.

Le cellule e le fibre nervose sono tra esse riunite, e le fibre sono inoltre in connessione con apparecchi periferici.

▲ *Purkinje*, *Tommasi S*, *de Martini* e *Remak* hanno sollevato per primierisoluta in modo generico la quistione della continuazione delle cellule nervose colle fibre: numerosi istologi poi hanno contribuito alla soluzione dell'altra. Prima del 37 si conoscevano le cellule nervose senza prolungamenti, onde si consideravano quasi come corpi catalittici od elementi agenti per contatto. Nell'anno or citato *Purkinje* scoprì i prolungamenti delle cellule nervose, e due anni dopo soltanto il *Tommasi* ed il *de Martini*, inconsapevoli delle osservazioni di *Purkinje*, dimostravano gli stessi prolungamenti nelle cellule nervose dei gangli esofagei dei gasteropodi ed emisero l'opinione che per essi le cellule si sarebbero continuate nelle fibre⁽¹⁾. Infine nell'anno successivo *Remak* vide il cilindro assileo fettuccia centrale delle fibre nervose, e d'allora in poi è stato soltanto quistione del modo di continuazione tra le cellule e le fibre.

Io trasando di riferire le varie opinioni emesse e sostenute sull'argomento e che il tempo à dimostrate fallaci, e mi fermo solo su quello che oggi la scienza possiede di più accertato. Due sono i modi di connessione, cioè: 1) il diretto, e 2) l'indiretto; o le cellule coi loro prolungamenti si continuano immediatamente nel cilindro assile della fibra nervosa, o tra i primi ed il secondo vi è l'intermezzo di una sostanza nervosa grigia molecolare; sostanza nervosa la quale può disporsi a rete semplice, o pure portare sul corso dei rigonfiamenti.

Nei centri nervosi generali, e propriamente nel midollo spinale, le cellule nervose sia sensitive che motrici presentano entrambi i modi di connessione. Quindi da una parte mercè il prolungamento nucleare o grosso cilindro assile si continuano diret-

(1) Ecco quanto in proposito trovo esposto nelle Note di una *Prolezione ad un Corso privato di Fisiologia* dato in quei tempi dal Prof. A. de Martini.

« La struttura dei gangli offre delle particolarità ancora più curiose ed interessanti: la sostanza grigia ganglionare è formata di corpi piriformi più o men grandi, pedunculati. *Prudente*, *Tommasi* e noi siamo giunti coll'esperimento della compressione alla dimostrazione che quei corpi sono otricoli forniti di peduncoli che si prolungano in fibre nervose primitive nei nervi che emanano dai gangli.

tamente colle fibre delle radici spinali anteriori e posteriori, e dall'altra mercè i prolungamenti protoplasmatici si comunicano colla rete anzidetta di sostanza nervosa la quale forma tutta la sostanza grigia dei centri, e da essa poi partono i cilindri assili sottili per le rimanenti fibre nervose. Questi si possono riunire in 4-6 per costituire la fettuccia di *Remack* di una sola fibra nervosa; e si comprende quindi facilmente come questa, in tal caso, è sotto la dipendenza di più cellule nervose.

Entrambi i modi di connessione si osservano anche negli animali inferiori. *Leydig* nel ganglio cefalico e negli addominali dei distomi, degli insetti ecc., ha visto i prolungamenti delle cellule nervose perdersi nella sostanza molecolare situata nel centro dei gangli donde promanano le fibre nervose, ed in alcuni casi soltanto i prolungamenti passare immediatamente nelle fibre; sicchè secondo lui il primo sarebbe il modo più generale di connessione. (1)

Nei gangli periferici pare che si avveri soltanto la connessione diretta; ma l'argomento inerita ancora studio.

■ Più variato è il modo di terminazione periferica dei nervi. Ne possiamo distinguere tre generi:

1. Le fibre nervose terminano in apparecchi distinti speciali, come ad es. la retina, l'organo di *Corti*, i corpuscoli di *Pacini* che oggi si distinguono in due sorte secondo la propria organizzazione, cioè: in quelli dei corpi tattili e negli altri del mesenterio (2), i corpuscoli di *Meisner*, quelli di *Krause*.

2. Le fibre nervose terminano direttamente negli elementi anatomici, formando o no negli stessi un organo speciale, e colla cui sostanza si possano continuare. I nervi motori dei muscoli striati si terminano nella fibra muscolare. Fino al 1840 le ricerche furono infruttuose per determinare la terminazione dei nervi nei muscoli. L'ansa era la conseguenza dell'imperfezione dei mezzi di osservazione. *Doyère* (1840) scoprì che le fibre nervose terminavano con un rigonfiamento conico nelle fibre muscolari. Questo trovato venne dimenticato per l'annuncio di *Brücke* e di *Müller G.* che le fibre nervose entravano tra le fibre muscolari, e per la

(1) *Leydig*, Vom Bau des thierisch. Körpers. Tübingen 1864. p. 86 e seg.

(2) *Paladino*. Nuove ricerche sui corpuscoli di *Pacini* della mano e del piede dell'Uomo e del Mesenterio del Gatto. Memoria accompagnata da 12 Fig. ed inserita negli Atti dell'Accademia R. delle Scienze di Napoli. 1867.

divisione delle fibre nervose vista già da *Savi* nell'organo della torpedine, e da *Wagner* generalizzato per tutti i nervi. *Reichert* in appoggio determinò che alcuni muscoli della rana risultano da 160 fibre muscolari ed hanno solo 6-7 fibre nervose. I nervi motori dei muscoli striati si terminano nella fibra muscolare dopo che nel punto d'ingresso, e sotto il sarcolemma, hanno formato un organo particolare, la *placca motrice* nei mammiferi, uccelli e rettili. I nervi motori dei muscoli lisci si terminano del pari nelle fibro-cellule muscolari, e i nervi motori della cornea si terminano nei corpuscoli stabili del tessuto germinativo della stessa.

I nervi glandolari, infino, si terminano nelle cellule parenchimali come si è di già osservato nella glandola sottomascellare, e probabilmente anche nella lacrimale.

3. Da ultimo le fibre nervose terminano libere ed in particolar modo configurate, come ad esempio sotto la forma di *bastonetti* in mezzo alle cellule epiteliali della mucosa olfattoria (terminazione dei nervi dell'olfatto), e di *rigonfiamenti a testa* sullo strato epiteliale della cornea nuotanti nel liquido che qui si può trovare (terminazione dei nervi sensitivi della cornea nelle rane).

A parte quelli che s'innestano in apparecchi speciali in vicinanza della loro terminazione, i nervi possono portare delle piccole cellule nervose sul loro corso, come ad es. i nervi olfattorii; o disporsi a rete ed attraversare proprio dei gangli, come ad esempio la rete *nerosa mienterica* o l'altra delle pareti vasali dei nervi del gran simpatico.

VI.

La storia genetica del tessuto nervoso è molto oscura.

Si sa soltanto che ogni cellula nervosa è una cellula embrionale metamorfosata; mentre le fibre sono fatte dalla fusione o dal particolare sviluppo di più cellule.

Tutto l'asse cerebro-spinale proviene dal *foglietto midollare* del *blastoderma esterno* che si distacca dal *corneo* e s'infossa nel foglietto delle *vertebre primitive*; e l'insieme dei nervi periferici dal *blastoderma medio*, sia dal foglietto *laterale* che dal *fibroso intestinale*.

Sino al 4° 5° mese le fibre nervose son tutte pallide; da quest'epoca comincia a depositarsi la midolla o guaina midollare.

VII.

Le proprietà fisiologiche, da ultimo, delle fibre nervose si riducono alla *conducibilità* o in altri termini alla propagazione in tutta la loro estensione di un disturbo molecolare fisico o chimico prodottosi in un punto del loro corso per uno stimolo naturale o artificiale; e quelle delle cellule nervose: 1° alla *conducibilità* o alla propagazione dello stato dei nervi; 2° all'*automatismo*, o in altri termini alla proprietà di sprigionare ritmicamente o continuamente forza latente; 3° alla *sensibilità* o meglio percezione dei disturbi propagati dei nervi donde lo sviluppo dell'*idee*.

La *conducibilità* si fa contemporaneamente in tutte le direzioni delle fibre, e queste perciò nello stretto senso non si possono distinguere in fibre a *conducibilità centrifuga (motrici)*, ed in fibre a *conducibilità centripeta (sensitive)*; giacchè le une possano passare ad eseguire la funzione delle altre, come nei fatti di *coalescenza* dei nervi. Frattanto vi sono fibre sensitive, fibre trofiche, fibre sensoriali (olfattorie, gustative, visive, acustiche); ma sol perchè sono in continuazione con apparecchi appropriati periferici e centrali. Così ad esempio la fibra, che si distende tra una cellula multipolare nervosa della midolla spinale ed una fibra muscolare del tronco, è certamente *motrice*, poichè eccitata determina in questa la contrazione; ma se noi la potessimo mettere in connessione con un corpuscolo del *Meisner* ad es. e con una cellula *sensibile* sarebbe certamente una fibra sensitiva. L'*energia specifica* quindi delle fibre nervose dipende dagli apparecchi con cui si trovano in connessione.

LEZIONE XVI.

SOMMARIO — La conservazione dell'organismo animale è dovuta al continuo ricambio di materia o di forza tra esso ed il mondo esterno. — Vie di questo ricambio e sostanze che s'introducono e si esitano. Parallelo tra l'organismo animale e la macchina a vapore per i processi intimi che vi accadono e per le manifestazioni di forze. Trasformazioni delle stesse secondo un rapporto determinato: equivalente meccanico del calore. — Somma delle calorie sviluppate in tutto l'organismo in riposo ed in lavoro. — Valore delle perdite di calore per le diverse vie del corpo, e valore dell'energia potenziale degli alimenti introdotti. Stato della materia a cui si legano le manifestazioni attive. Il processo respiratorio è il fondamentale della vita e sua differenza dalla respirazione interna ed esterna — influenza del sistema nervoso sul processo respiratorio. Forme del processo respiratorio o distinzione dei processi cellulari.

I.

La più ovvia osservazione ci fa riconoscere che la conservazione dell'organismo animale nella sua integrità materiale e funzionale è dovuta al complesso e continuo ricambio di materia e di forza tra esso ed il mondo esterno. Continuamente, in massima, entrano nell'organismo sostanze e forze, e continuamente ne escono; e le vie ne sono quella del respiro, l'altra digestiva o apparecchio della digestione, la superficie cutanea e la superficie urinaria. È facile la dimostrazione dell'indispensabilità di questo ricambio: se s'impedisce quello che accade per la via del respiro, se cioè si ostacola il ricambio gassoso tra l'aria ed il sangue come avviene ad es. nella soffocazione, l'organismo muore, e quasi sul momento, se si ostacola l'introito alimentare che si fa pel tubo digestivo, se si condannano cioè gli animali al digiuno, questi, dopo un tempo variabile a seconda il grado che occupano nella scala zoologica per la loro organizzazione, il loro regime, la individuale costituzione ecc., muojono del pari; e se infine si serrano le porte di uscita (permettete la frase), se mercè lo spalmamento di sostanze impermeabili sulla cute di un animale, sia questi cavallo o coniglio ecc. s'impedisce l'uscita ai prodotti gassosi che costantemente si escregano per la cute, o se mercè la legatura degli ureteri si fa restare nei reni e nel sangue quando continuamente n'è cacciato,

gli animali muojono ancora. Siochè è realmente indispensabile alla conservazione dell'organismo il costante introito dell'aria e degli alimenti, come l'esito dell'urina, delle feci e dei prodotti espirati sia dai polmoni che dalla cute; è realmente necessario, assolutamente indispensabile, il ricambio materiale dell'organismo animale col mondo esterno.

L'esame comparativo di ciò che entra e di ciò che esce dall'organismo c'insegna che in rapporto a qualità l'aria inspirata dai polmoni, quella ingozzata cogli alimenti e colle bevande e l'altra che circonda o che si trova immediatamente in contatto colla superficie del corpo, soffrono dei cangiamenti: perdono in parte od in tutto (nell'intestino) l'ossigeno, e si caricano di gas acido carbonico e di vapore acqueo; e ci apprende inoltre che, meno le sostanze minerali (acqua e sali) e quelle organiche indigeribili (le sostanze cornee ad esempio), nelle feci e nell'urina non si trovano più che i prodotti della decomposizione delle sostanze alimentari, sia dell'albuminoidi che delle sostanze grasse e zuccherine, sempre fatta eccezione per le feci nel caso di una alimentazione eccessiva. Numerosi sono i prodotti di decomposizione di queste sostanze, ma siccome poi tutte si possono ridurre ad uno o due secondo la serie delle sostanze, così possiamo concludere, che nel mentre nell'organismo animale entrano l'ossigeno, sostanze albuminoidi, grasse e zuccherine, n'escono gas acido carbonico, acqua, urea od acido urico, composti quest'ultimi azotati cristallizzabili ed ultimi della serie dei composti regressivi delle sostanze albuminoidi.

L'introito e l'esito si bilanciano, dato che l'organismo si conservi d'egual peso, ed è precisamente questo lo scopo di una alimentazione sufficiente negli adulti; ma può il primo lussureggiare, come accade nel periodo giovane della vita, ed una parte dell'alimento va a beneficio della crescita dell'organismo. Nella vecchiaia invece cecedono gli esiti, che sono l'espressione dell'atrofia senile che lentamente porta a morte l'individuo. Il metodo per cui si giunge a queste determinazioni è quello del peso. Santoro ha il merito di averlo prima introdotto nella ricerca fisiologica, ed è lui perciò il vero fondatore di quell'immenso capitolo della fisiologia che oggi si riconosce sotto il nome di scambio o di ricambio della materia.

II.

A volere intendere ora i processi intimi e fondamentali che si compiono in tutto l'organismo meglio d'ogni cosa si prestano gli esempi di macchine che funzionano come la macchina animale. Fra tutte, quella che presenta la più grande analogia è la macchina a vapore. Così supponendone una rinchiusa in una casa e deputata a tirar acqua da un pozzo di cui si conosce la profondità, onde moltiplicata colla quantità d'acqua aspirata in una unità di tempo possa servire a determinare la quantità del lavoro meccanico sviluppato, si ha la rappresentazione effettiva, dell'organismo animale. Consideriamo intanto che per 3 mesi ad onta della continua funzione, il tutto resta dello stesso peso, si deve giungere alla conclusione che fra quello che è entrato e quello che è uscito dalla casa vi è stato perfetto bilancio, cioè a dire l'aria, l'acqua, il legno, il ferro o altri metalli che compongono la macchina e l'untume che si usa per attenuare l'attrito si bilanciano coll'acido carbonico, l'acqua, la cenere, i prodotti empireumatici e gli ossidi metallici ed i prodotti di ossidazione del grasso che ne escono. Anche qui vi ha diminuzione dell'ossigeno libero che è entrato col miscuglio atmosferico impiegato nella formazione dei diversi composti chimici anzidetti. In altri termini si fissa l'ossigeno nella combustione del legno e si generano l'acido carbonico e l'acqua oltre gli altri prodotti (gli empireumatici e la cenere); si fissa inoltre l'ossigeno sul grasso e sui metalli in attrito e si ha la produzione degli ossidi metallici e degli ossidi dei corpi grassi. In conclusione i processi chimici che si effettuano nella macchina a vapore si riducono all'*ossidazione*. Nè altro è il processo fondamentale dell'organismo animale, se non un'*ossidazione*, giacchè è per fissazione dell'ossigeno sulle sostanze organiche che l'organismo si conserva e funziona; è per l'ossidazione del nutrimento e delle sue parti morfologiche che cresce e si riproduce.

Ma anche per un altro verso l'organismo presenta analogia colla macchina a vapore: in esso come in questa quando stà in funzione vi ha un continuo sviluppo di forza viva, e si manifesta sia come calore, elettricità, lavoro meccanico, che come nutrizione ed accrescimento delle parti. Lo sviluppo della forza viva è legato anche al ricambio dell'organismo col mondo esterno, sia per

quello che può introitare che per quello che può perdere. L'introito lo fa coll'alimento e coll'ossigeno che, presi isolatamente, rappresentano una massa di *forza latente*, o di *energia potenziale* che nell'organismo sotto date condizioni si sviluppa in *forza viva*; e l'esito n' avviene sia pel consumo di questa come lavoro meccanico, che, e molto più generalmente e costantemente, come calore. L'animale continuamente perde calore, e le vie ne sono quelle stesse per cui sono eliminati i prodotti escrementizii, cioè la cute, i polmoni, il tubo intestinale, l'apparecchio urinario: quindi l'organismo si raffredda per l'irradiazione cutanea ed il passaggio del calorico nel mondo esterno per la superficie polmonale giacchè l'aria espirata è più calda dell'inspirata, per le feci e per l'urina infine che quando si emettono hanno la temperatura dell'organismo. Nella macchina a vapore egualmente vi ha introduzione di *energia potenziale* coll'ossigeno atmosferico, col legno e col grasso, e consumo di *forza viva* sia sotto forma di lavoro meccanico, sia come calore, che si trasmette al mondo esterno o per la irradiazione della superficie dell'apparecchio che noi più su ci siamo rappresentati, o per l'elevata temperatura con cui escono dalla macchina l'acqua, l'acido carbonico, la cenere e gli altri prodotti di sopra menzionati.

Un esatto bilancio delle forze nell'organismo non ancora è stato possibile; ma se ne possiede in cambio uno approssimativo alquanto soddisfacente. I termini di una tale equazione sono l'esatta misura delle perdite in forze vive, e la precisa conoscenza dell'equivalente di energia potenziale introdotto con ogni singola sostanza. Ora il primo dato si può ottenere col determinare la quantità del gas acido carbonico emesso e quindi dedurre secondo certi rapporti la quantità di calorico corrispondentemente sviluppatosi, o di misurare in un calorimetro ad acqua, della quale la proporzione è conosciuta, direttamente la quantità di calorico che si perde. Entrambi questi metodi, però, danno soltanto risultati approssimativi; giacchè in tutti due i casi non si tiene conto di ciò che può perdersi come energia potenziale coi prodotti regressivi che vengono eliminati, e di quello che è rappresentato dai fenomeni nutritivi e riproduttivi; nel primo poi neppure delle altre sorgenti di calore che indubbiamente vi sono nell'organismo oltre quella di ossidazione di cui è conseguenza l'acido carbonico. D'altra parte l'energia potenziale delle sostanze alimentari si può desumere o dalla misura del calorico latente di ogni singolo

corpo semplice che entra nella composizione delle sostanze alimentari, o meglio dalla determinazione della forza viva che questa può in sostanza sviluppare fino alla sua distruzione. Il primo metodo è inesatto ed è stato abbandonato, giacchè con esso non si verrebbe a tener calcolo della forza che si sciupa nello spostamento molecolare del corpo composto che i singoli elementi costituiscono; ed il secondo merita ancora studio ed una larga sperimentazione. Ad ogni modo sono da tenersi in grande considerazione le tabelle date da *Frankland* sull' energia potenziale degli alimenti bruciati fuori e dentro l'organismo, e che più sotto riporteremo.

III.

Il calorico, il lavoro meccanico, l' elettricità ecc. son tutti meccanicamente equivalenti, onde l' uno ci può dar l' altro, e viceversa, in certe proporzioni determinate; sicchè calcolando l' uno si abbracciano di sicuro gli altri. Nell' organismo la forma più generale sotto cui si manifesta la forza viva è il calore, ed a parte la quantità di lavoro meccanico che direttamente come tale si estrinseca, l' elettricità dei muscoli e dei nervi ed il restante lavoro meccanico come ad es. del cuore, dell' intestino ecc. si risolvono in calore.

L' equivalenza delle forze è il risultato del gran principio dell' unità delle stesse trionfato splendidamente negli ultimi 30 anni nelle scienze fisiche. Dopo *Newton* è la più grande conquista che si sia fatta in fisica. Per essa oramai si possono intendere tutti i fenomeni naturali ed artificiali, in cui vi ha sviluppo di forza viva (calorico, elettricità, lavoro meccanico) sotto l' influenza della gravità o delle forze chimiche e molecolari, e la correlazione od il legame che esiste tra queste forze e la materia. L' antichità più remota aveva intraveduta quest' unità, ed i Filosofi Greci facevano sulla natura le ipotesi le più semplici inneggiando ognuno a suo modo all' unità nel gran tutto; se non che, non avendo alcun fatto scientifico a loro disposizione, i concetti di questi scienziati poeti rimanevano delle pure utopie, in cui non vi si vedeva altro che quello ci si metteva per capriccio d' immaginazione e di fantasia. Sino alla scoperta della macchina a vapore le poesie della Scuola *Eleate* della Magna Grecia sono restate sossopra le cose migliori che a mo' di preambolo si sono sviluppate nei libri di *Cosmologia*

che hanno dato un posto all'argomento. Frattanto la macchina or menzionata era tale un portento che doveva meritare tutta l'attenzione dei dotti. Resterà sempre rimarchevole nella storia di questa meravigliosa scoperta la conversazione di *Stephenson*, l'inventore delle locomotive, col Geometra *Buckland* nel Parco di *R. Peel* son più che trent'anni. Passava una locomotiva e fu naturale il pensiero di andare alla causa di quel prodigioso movimento. Fu convenuto che doveva risiedere, che anzi meglio, risiedeva proprio nel carbone; ma *Stephenson* volendo anche darsi ragione d'onde il carbone traeva questa proprietà aggiungeva queste memorande parole: « per me son sicuro che è la forza del sole, cioè a dire il calore e la luce dei suoi raggi che si fissano al carbonio prodotto allorchè i vegetali respirano sotto l'influenza della luce, e che sono restituiti durante la combustione del carbone ».

In tal guisa *Stephenson*, fors' anche senza volerlo, ridava vita ad un'idea grandiosa di un principio ancora più grande, e questa volta per passare da un campo immaginario in quello della realtà; giacchè la sua macchina era inconsapevolmente l'applicazione vivente di quel principio. Gli scovritori proprii, però, dell'equivalenza delle forze sono due tedeschi il dottor *Mayer* che prima spiegò in che consiste l'attrito, ed il dottor *Manchester* che ha impiegato più di 20 anni per determinare l'equivalente meccanico del calore e prima n' ha visto l'applicazione ai motori elettromagnetici ed alla fisiologia animale. *Gröve*, *Hirn*, *Clausius*, e tra i fisiologi *Helmholtz*, *Fick* ed il compianto *Matteucci*, chi più chi meno, tutti hanno contribuito secondo la natura dei proprii studii allo sviluppo delle conoscenze attuali sull'argomento.

Le seguenti esperienze fondamentali provano perentoriamente la metamorfosi, l'una nell'altra, delle forze.

1. Se si mettono in movimento le molecole di un corpo mercè la confricazione, o pure si disturbino nel loro equilibrio, si ha sviluppo di calore sino ad arrivare alla combustione. Due pezzi di legno stropicciati l'uno contro l'altro si bruciano; *Davy* liquefaceva due pezzi di ghiaccio che metteva in attrito sotto 0°. Nell'organismo animale l'attrito della corrente sanguigna contro le pareti arteriose risolve l'impulso dei ventricoli cardiaci in calore, come altresì in calore si risolvono i movimenti peristaltici dell'intestino. Una parte del lavoro meccanico sviluppatosi nei muscoli ricreò l'attrito di questi contro le guaine proprie aponeurotiche e mercè

il movimento delle ossa sulle articolazioni si trasforma del pari in calore.

2. Se si porta esame alla macchina a vapore si ha ad osservare che il calorico che si sviluppa per la combustione si perde come tale sempre più in meno, per quanto più lavoro meccanico si produce, o in altri termini: *il vapore acqueo che muove lo stantuffo perde del suo calore in proporzione del lavoro che produce.* Hirn in una macchina di 106 cavalli ha osservato che pel moto andava perduto un decimo del calore che il vapore riceveva dalla caldaia, e secondo i calcoli di Smith di Helmholtz ed altri l'organismo perde pel movimento 1/5 del calore che produce; imperocchè, siccome si desume dalla quantità emessa di acido carbonico, l'organismo in generale produce tanto calore in un'ora da poter aumentare di un grado la temperatura del corpo. Or nel lavoro l'acido carbonico aumenta di cinque volte relativamente alla quantità che si sviluppa nel riposo e 10 in riguardo a quella del sonno; di talechè in un ora potrebbe elevare di circa 6 gradi la temperatura del corpo. Il lavoro frattanto che si produce nel contempo corrisponde alla quantità di calore 1,3°.

D'altro canto se un gas si condensa come ad es. l'acido carbonico; se un liquido si agghiaccia, e sia l'acqua; se due corpi si combinano come ad es. il cloro e l'idrogeno (alla luce del sole), l'acqua e l'ammoniaca, si ha in tutte queste circostanze perdita di calore. In cambio si sviluppa un lavoro meccanico che fa in frantumi i recipienti che contengono i suddetti corpi.

Adunque nei fatti soprallegati si ha la prova che il calorico ed il lavoro meccanico si possono trasformare l'uno nell'altro: il primo el dà lavoro meccanico, e viceversa il lavoro meccanico calore. Ma il lavoro meccanico ed il calore el danno altresì elettricità. Così:

3. Se si fa una macchina elettrica all'Holtz; se si fa, cioè, girare su un disco di vetro, su cui sono fissati pezzi di cartone elettrizzati mercè pezzi di vetro, un altro verniciato, si noterà che l'operatore che gira il manubrio della macchina sentirà una resistenza. È l'effetto dell'azione dei pezzi di cartone; poichè colla loro elettricità temporanea convertono in una corrente elettrica continua ed intensa la forza applicata del lavoratore.

4. Se si ripete l'esperienza fondamentale di Seebeck, si osserverà che il calore anche in piccola quantità agisce sul Galvanome-

tro. Si presta perciò la pila termo-elettrica di *Nobili* attaccata ad un Galvanometro. Se ora di lato alla pila si mettono due corpi l'ago del galvanometro resta immobile; ma se prima di mettersi nella stessa posizione si sono stropicciati l'ago devierà. Viceversa l'elettricità dà calore, e ne sono un esempio i muscoli ed i nervi la cui elettricità aumenta la termogenesi; ed in fine l'elettricità si converte in magnetismo, donde le correnti magnetiche che si sviluppano da quelle elettriche ad angolo retto della loro azione.

In conclusione il calore, il lavoro meccanico, l'elettricità, il magnetismo sono tutte manifestazioni di un'unica forza, la quale per veruna condizione può distruggersi, ma soltanto trasformarsi.

Quest'unica forza è rappresentata dal calore, la cui somma è espressa in unità calorifiche o calorie, cioè quella quantità di calore che può elevare di 1° C. la temperatura di 1 grammo d'acqua; e la trasformazione è fatta secondo un rapporto fisso e determinato, che per ciò che riguarda il calorico ed il lavoro meccanico dicesi: *equivalente meccanico*. Or l'equivalente meccanico del calore sufficiente a dare la temperatura di 1° C. ad un grammo d'acqua può, trasformata in lavoro meccanico, sollevare lo stesso grammo d'acqua all'altezza di 430 metri. Ordinariamente per semplificare i calcoli l'unità calorifica si eleva a quella quantità di calore capace a sollevare di un grado la temperatura di un chilogrammo d'acqua, e l'equivalente meccanico corrispondente a 430 chilogrammetri. Le valutazioni della somma delle calorie sviluppate in un organismo in un tempo dato poggiano tuttavia su poche esperienze. Secondo *Dulong* e *Despretz* una cagna per lo spazio di un'ora svilupperebbe 14610 calorie, e quindi nelle 24 ore 393000 calorie. L'uomo 7 volte più pesante darebbe nelle 24 ore 2700000 — 2800000 calorie. *Barral* però in un uomo adulto le porta a 3191000. Il lavoratore produce giornalmente un effetto corrispondente a 200000 chilogrammi: il calorico prodotto è di 2750000 calorie, il cui equivalente meccanico è di 1166000 chilogrammetri. Sicchè 1/7 soltanto del calorico prodotto si esplica sotto forma di lavoro. Però secondo i calcoli di *Smith* di già riferiti si utilizzerrebbe come lavoro 1/5 del calorico prodotto. Ad ogni modo sia 1/5 od 1/7 è sempre una quantità maggiore di quella si utilizza nella macchina a vapore, in confronto della quale perciò l'organismo animale è molto più appropriato alla suddetta trasformazione. Il valore delle continue perdite di forza viva secondo le

diverse vie di già indicate non è tuttavia ben sicuro, e si posseggono intanto solo dati approssimativi. *Barral* partendo dalle cifre dello scambio della materia calcola così le perdite del calore per le differenti superficie: 1—2 0j0 per l'escrezione delle feci e delle urine, 4—8 0j0 per la respirazione, 20—30 0j0 per l'evaporazione acquosa, ed infine il 60—75 0j0 per l'irradiazione cutanea e pel lavoro meccanico esterno. Similmente non si posseggono tuttavia cifre assolutamente determinate sulla quantità dell'energia potenziale o del calorico latente introdotte coll'alimento. Frattanto siccome abbiain di sopra promesso riferiamo alcune tabelle di *Frankland* riportate in una sua conferenza, e contenenti il valore meccanico degli alimenti bruciati nell'ossigeno o ossidati nel corpo. Le determinazioni ne sono fatte col calorimetro di *Lewis Thompson*, il quale consiste in un tubo di rame destinato a contenere un miscuglio di clorato di potassa colla sostanza combustibile; il tubo si racchiude in una specie di campana da palombaro anche di rame ed il tutto si abbassa al fondo di un vaso adattato e contenente una quantità conosciuta d'acqua (2 litri) (*Royal institution of great Britain, june 1866*).

Ecco ora le tabelle:

ENERGIA effettiva sviluppata da un grammo di differenti alimenti quando si bruciano nello ossigeno

N O M I DEGLI ALIMENTI	CHILOGRAMMETRI DI FORZA	
	Secco	Stato naturale
Formaggio	2429	1846
Patate	1563	422
Pomi	1516	273
Polenta d'avena		1665
Farina		1627
Farina di piselli		1598
Farina di riso		1591
Arrovv-root		1657
Pane (mollica)	1625	910
Bue (magro)	2047	604
Vitello (magro)	1704	496
Prosciutto magro	1559	711
Sgombero	2315	643
Asello (pesce)	1675	335
Bianco d'uovo	1781	244
Uovo duro	2562	966
Giallo d'uovo	2641	1400
Gelatina	1550	
Latte	2046	266
Carote	1574	220
Cavoli	1543	178
Cacao		2902
Grasso di bue	3841	
Burro		3077
Olio di fegato di merluzzo	3857	
Zucchero bianco		1418

*ENERGIA effettiva sviluppata da un grammo de' diversi
alimenti ossidati nel corpo*

N O M I DEGLI ALIMENTI	UNITÀ DI CALORE		CHILOGRAMME- TRI DI FORZA		ACQUA per 100
	Secco	Stato natur.	Secco	Stato natur.	
Formaggio	6114	4647	2589	1960	24,0
Patate	3752	1013	1589	429	73,0
Pomi	3669	660	1554	280	82,0
Polenta di avena		4004		1696	
Farina		3944		1669	
Farina di piselli		3936		1667	
Farina di riso		3813		1615	
Arrovv-rott		3912		1657	
Pane (mollica)	3984	2231	1687	915	44,0
Pane (crosta)	5313	4459		1888	
Bue (magro)	4514	1567	2250	664	70,5
Vitello (magro)	4343	1314	1912	556	70,9
Prosciutti (magro)	6064	1980	1839	839	54,4
Sgombero	4520	1789	2568	758	70,4
Asello (pesce)	4896	904	1914	383	80,0
Bianco d'uovo	6321	671	2074	284	86,3
Uovo duro	6460	2383	2677	1009	62,3
Giallo d'uovo	4520	3423	2737	1449	47,0
Gelatina	5093		1914		
Latte	3767	662	2157	280	87,0
Carote	3776	527	1595	223	86,0
Cavoli		434	1599	184	88,5
Caeno	9069	6873		2911	
Grasso di bue			3841		
Burro		7264		3077	
Olio di merluzzo		9107		3857	
Zucchero bianco		3348		1418	

*ENERGIA sviluppata da un grammo di ciascuna sostanza
bruciata nell'ossigeno*

N O M E DELLA SOSTANZA	CHILOGRAMMETRI
	DI FORZA MEDIA
Muscolo di Bue purificato al- l'etere	2161
Albumina purificata	2117
Grasso di Bue	3841
Acido ippurico	2280
Acido urico	1168
Urea	934

Frattanto nel corpo la combustione non è così completa: tutto l'azoto esce sotto la forma di urea, sostanza che ha ancora molta energia potenziale. Il muscolo e l'albumina pure danno quasi esattamente un terzo del loro peso d'urea, onde desumendone l'energia potenziale si ha quella effettivamente sviluppata dal muscolo e dall'albumina.

*ENERGIA effettiva sviluppata da un grammo di ciascuna
sostanza consumata nel corpo*

N O M E DELLA SOSTANZA SECCA a 100	UNITA'	CHILOGRAMMETRI
	COLORIFICHE	DI FORZA MEDIA
Muscolo purificato coll'etere.	4368	1848
Albumina purificata.	4263	1803

IV.

Le manifestazioni attive sono legate allo stato di movimento della materia, ed a ben comprenderlo molto si presta l'ipotesi atomistica sulla costituzione della stessa. La materia di tutti i corpi vien fatta da piccole particelle dette *atomi*, ogni uno dei quali ha uno spazio peri-ambiente. Gli atomi si distinguono in *ponderabili* (che si attraggono mutuamente e con un'intensità proporzionata inversamente al quadrato della distanza) ed in *eterci* che mutuamente si repellono (con mutar sempre forza nella crescente distanza). Gli atomi ponderabili si circondano di una membrana di atomi eterci, ed a seconda che i primi siano ridotti o no ad uno, si hanno le *molecole semplici* e le *composte*. Tutti i corpi ora risultano verosimilmente di molecole semplici e composte, le quali restano inalterate nella loro posizione, cioè a dire si mantengono in equilibrio tra l'attrazione dei nuclei ponderabili e la repulsione degli imponderabili finchè forze estranee non le disturbano. Disturbate una volta si ha il movimento, il cui risultato può essere o la formazione di nuove molecole, o semplici o composte, da altre molecole del pari semplici o composte (atti chimici), o tutt'al più una modificazione nell'aggregato molecolare come accade per esempio nei fenomeni di diffusione, che sono intermedi tra i processi chimici anzidetti e tutti gli altri che si aggruppano sotto la denominazione di processi fisici.

Or nell'organismo animale accadono atti chimici e fisici. Quelli però sono i fondamentali, ed il più generale siccome abbiamo di già rilevato n'è il combustivo, n'è l'ossidazione, cioè a dire la fissazione dell'ossigeno sui corpi organici e la formazione di nuove sostanze, il cui stadio finale è stato di già menzionato. Le molecole dell'ossigeno e quelle dei corpi albuminoidi, dei grassi e dei zuccheri, finchè non si cambiano restano lontane o rappresentano una quantità di *forza latente* o di *energia potenziale*. Nel combinarsi intanto per primo atto si attraggono, si urtano, vi ha un movimento insomma o passaggio di forza latente in *forza viva*. Quale che si fosse la forma sotto cui questa si manifesta, sia come calore, lavoro meccanico, elettricità ecc. la condizione di sviluppo n'è una sola: il *movimento*, e si capisce di qui agevolmente il principio della trasformazione delle forze. Così ad es. se il

lavoro è il traslocamento di una massa, ed il calore un movimento molecolare o un traslocamento di molecole, è naturale quindi che l'un l'altro si sostituiscono secondo un rapporto fisso, e che vi sia tra loro mutua trasformazione retta dalle ordinarie leggi della meccanica.

In conseguenza possiamo oggi dopo due anni ripeterci, e dire che realmente « il fenomeno vitale nella sua nudità non è altro che « un movimento molecolare determinato da una causa, accompagnato dallo sviluppo di forze, seguito da prodotti metamorfici sostanziali. La somma di tutti questi movimenti colle condizioni « di genesi, di sviluppo, di terminazione costituisce la vetusta « sfinge, la vita ». (1)

Quale intanto è la ragione intima, per cui essendo una la condizione dello sviluppo delle forze vive, pure queste sono diverse? È ciò che un'avvenire forse non lontano chiaramente ci dirà!

V.

Sotto la qualifica di *processo respiratorio* noi comprendiamo tutto il processo di ossidazione che è, come abbiain visto, il fondamentale ed il più generale modo di atteggiamento della materia nei fenomeni vitali. Sua sede è la compage intima degli organi e si prova splendidamente con un muscolo che estirpato dal corpo di un animale e privato interamente di sangue, pure continua a respirare e funzionare: si contrae cioè, mentre assorbe ossigeno ed emette gas acido carbonico. Questa esperienza prova che non nei capillari del muscolo accadono gli atti ossidanti, si bene nei suoi elementi, nelle fibre muscolari, giacchè accadono quando tutto un muscolo è compiutamente dissanguato. Lo stesso vale detto e comprovato per tutti gli altri organi.

Il processo respiratorio non si deve confondere colla respirazione sia *interna* che *esterna*. La respirazione, o funzione respiratoria propriamente detta, è lo scambio gassoso tra il sangue e gli organi da una parte (respirazione interna), ed il sangue e l'aria esterna dall'altra (respirazione esterna). Il primo scambio ha luogo nei capillari di ciascun'organo e consiste nella cessione dell'os-

(1) Paladino. Dei limiti e dell'avvenire della Fisiologia p. 24 e segg. Napoli 1866.

sigeno che il sangue arterioso fa agli organi, e nell'acquisto di gas acido carbonico che questi in cambio gli danno, e che si è prodotto pel processo respiratorio. Il secondo ha sua sede nella cute, nella mucosa digestiva, e singolarmente nei polmoni, e consiste nel ricambio che fa il sangue venoso del suo gas acido carbonico ed anche del vapore acqueo contro l'ossigeno dell'atmosfera. Il gas acido carbonico adunque che si emette per la cute, pei polmoni ecc. non è di produzione locale, non è fatto cioè nei polmoni e nella cute per l'assorbimento e la fissazione sul luogo dell'ossigeno; ma è il risultato del processo respiratorio generale. Una prova convincentissima è certamente quella che il sangue che esce dagli organi (sangue venoso) è carico di gas acido carbonico; ma una migliore se n'ha ripetendo l'esperienza dello *Spallanzani* che primo si oppose e dimostrò falsa l'opinione di *Lavoisier* propugnatore della produzione pulmonale del gas acido carbonico. *Spallanzani* adunque metteva delle lumache in un ambiente di gas idrogeno o di azoto, e dopo poco tempo osservava che questi' atmosfera si caricava di gas acido carbonico emesso dall'animale. Era naturale la conclusione che l'acido carbonico non è il prodotto della fissazione subitanea dell'ossigeno, giacchè qui l'ossigeno mancava e pure si emetteva gas acido carbonico. *Williams-Edwards* estese l'esperienze dello *Spallanzani* agli animali superiori e ne generalizzò, quindi, le conclusioni.

Oggi, se di ciò non si fa più quistione giacchè è generalmente ammesso, si discute in cambio se veramente non vi può essere ossidazione nel pulmone, o se per contrario vi sia, in che limiti e proporzione vi accade; si discute inoltre se vi sia o no ossidazione nel sangue stesso lungo il torrente circolatorio; ed in fine come il gas acido carbonico prodottosi negli organi si porta nel sangue.

Sull'ultima quistione si sa per ora dir nulla; per contrario si ha la prova generica che ossidazione accade nel sangue e nei polmoni, ma è da attendersi da esperienze future i dati per precisarne la proporzione.

Il processo respiratorio è sotto l'influenza sia diretta che indiretta del sistema nervoso, cioè a dire questo o agisce proprio sugli elementi anatomici per provarvi uno stato particolare, o pure sul lume dei vasi regolarizzando così l'irrigazione sanguigna di un organo e la quantità in conseguenza dei materiali nutritivi che

giungono agli elementi dello stesso. L'azione intima del sistema nervoso è molto oscura: apparentemente si riduce ad una eccitazione la quale a seconda degli elementi su cui si esplica, ed anche a seconda degli elementi da cui parte, qui determina più sviluppo di forze (esempio nelle fibre muscolari), e là più prodotti di ossidazione (esempio nelle glandole coi loro prodotti specifici); in una parte più movimento assimilativo ed invisibile, in un'altra più movimento visibile che si estrinseca come lavoro meccanico. Non si può egualmente dire che vi sia un'azione diretta che sviluppa forza sotto forma di calore: però questo accompagna in generale il processo respiratorio, ed ogni causa perciò che l'attiva eleva la temperatura. Un fattore certamente di più elevato processo respiratorio in un tessuto o in un organo è l'afflusso maggiore di sangue e quindi di plasma nutritivo, onde quando questo diminuisce per ischemia o per restringimento dei vasi la temperatura si abbassa, e quando aumenta invece per dilatazione degli stessi la temperatura si eleva. In conseguenza l'irritazione del centro dei nervi vaso-motori *costrittori* nella midolla allungata può abbassare la temperatura; ed il taglio di questi stessi nervi l'eleva, come un esempio se n'ha nel taglio del gran simpatico al collo in seguito a cui si ha dilatazione paralitica dei vasi facciali corrispondenti all'operazione. Ed inoltre elevazione di temperatura si dovrebbe ottenere ancora se fosse possibile irritare direttamente il centro dei nervi vaso-motori *dilatatori* esistenti del pari nella midolla allungata, come si ottiene precisamente in seguito a dilatazione attiva dei vasi della glandola sottomascellare sotto la stimolazione della corda del timpano.

VI.

Essendo uno il processo respiratorio ha però diverse forme di estrinsecazione, cioè a dire si può attuare in modi differenti e con diversi scopi.

Una prima forma è quella per cui si esegue interamente a beneficio degli elementi, dei tessuti e quindi degli organi che essi costituiscono rinnovandoli sia parzialmente, sia integralmente. Questa forma è la *nutritiva*, e siccome si compie universalmente nell'istesso modo si ha quindi un solo processo a differenti fasi (de Martini): il *processo nutritivo*.

Una seconda forma poi è quella per cui il processo respiratorio degli elementi, dei tessuti ecc., si estrinseca a beneficio dell'organismo, ed è questa la forma funzionale. Però qui non si può riconoscere corrispondentemente come sopra un processo funzionale siccome generalmente si ammette; giacchè la funzione ad esempio della fibra muscolare si compie diversamente da quella delle cellule salivari e delle spermatiche. In altri termini vi ha differenti forme di funzioni, e vi hanno perciò differenti processi funzionali. Secondo il mio modo di vedere si possono ridurre: a) al processo secretivo e riduttivo chimico caratterizzato essenzialmente dallo sviluppo di forze (attività funzionale dei nervi e dei muscoli); b) al processo secretivo e riduttivo istologico caratterizzato essenzialmente dalla partecipazione intera e sostanziale degli elementi (secrezione sebacea, latte ecc.); c) al processo secretivo chimico od isomerico, consistente nello sviluppo di una sostanza specifica chimica (secrezione pepsica, pancreatica ecc.); d) al processo secretivo chimico ed istologico caratterizzato dalla produzione di sostanza chimica specifica e di elementi particolari istologici (ad es. la secrezione spermatica). Fra tutti questi processi vi ha un legame nei risultati: cioè a dire tutti terminano o coll'elaborazione di un prodotto consistente sia in materia, sia in forze (lavoro meccanico, attività nervosa); e per ciò da questo lato sono tutti processi secretivi.

L'estendersi di uno di essi oltre i propri limiti e la normale misura (es. il riduttivo), ed il disturbato equilibrio tra il processo nutritivo ed i secretivi collo sviluppo predominante dell'uno sugli altri e viceversa, costituiscono il fondo dei processi patologici.

La storia fisiologica quindi dei processi cellulari non solo ci metterà in un campo elevato di fisiologia generale oggi generalmente trascurato, quanto può fornire i dati per un ben inteso ordinamento dei processi patologici. Se non che però dobbiamo confessare che è necessità ci contentassimo per ora di gettarne le tracce, rimettendo a tempi migliori e più fortunati lo sviluppo possibilmente compiuto di questa branca indispensabile delle mediche discipline.

Ecco intanto il quadro dei processi cellulari:

PROCESSO

RESPIRATORIO

Da considerarsi come il processo fondamentale ed unico dell'organismo. Le sue forme sono :

La forma
nutritiva

Processo nutritivo distinto in due fasi :
1.° Fase assimilativa.
2.° Fase riproduttiva.

Processo secretivo e riduttivo chimico essenzialmente con sviluppo di forze (lavoro meccanico ecc.)

Processo secretivo e riduttivo istologico (melanorfoasi grassa, secrezione sebacea e latte).

Processo secretivo chimico ed isomerico (secrezione pancreatica e pancreatica).

Processo secretivo chimico istologico (secrezione spermatica ecc.)

La forma funzionale

LEZIONE XVII.

SOMMARIO—Il processo nutritivo si distingue in due fasi (de Martini): 1° l'*assimilativa* e la *riproduttiva*. Esame della fase assimilativa.—Due condizioni sono indispensabili per l'assimilazione: 1. l'esistenza degli elementi anatomici e 2. quella di un fluido nutritivo. Scambio tra il sangue ed i fluidi parenchimali mercè la filtrazione, e la diffusione. Condizioni e leggi di entrambe—Dilatazione passiva ed attiva dei vasi. I tre momenti dell'assimilazione, cioè: 1. l'assorbimento per parte delle cellule del liquido nutritivo; 2. l'atto assimilativo propriamente, o fissazione del detto materiale nella cellula; e 3. la produzione della sostanza intercellulare. Esame di questi tre momenti. Le dottrine di Schwann e di Beale sul modo d'intendere i due ultimi. Accrescimento parziale e totale delle cellule.

I.

Il processo nutritivo siccome abbiamo di già detto si distingue, secondo il Professore de Martini, nella fase *assimilativa* e nella fase *riproduttiva*, o come più felicemente egli dice: nel *rinnovamento molecolare* e nell'*istologico* degli elementi anatomici e dei tessuti.

Col primo si ottiene la ricostituzione molecolare degli elementi anatomici e dei tessuti depauperati per le funzioni, e col secondo il rinnovamento cellulare o la sostituzione di quegli elementi che si distruggono.

Noi qui cominciamo l'esame della fase assimilativa.

II.

Due condizioni sono indispensabili per l'assimilazione, cioè: 1° l'esistenza di *elementi anatomici*, e 2° l'esistenza di un *fluido nutritivo*. In altri termini, siccome abbiamo di già più innanzi discusso, in tesi generale, l'esistenza di un corpo e di un mezzo, questo agendo su quello e viceversa.

A. *Costituzione degli elementi anatomici.* La parte indispensabile, fra quelle che compongono le cellule, per l'assimilazione è il *nucleo*, tanto che elementi anatomici possono essere rappre-

sentati da soli nuclei, come ad es. quelli del corpo papillare cutaneo, e ciò non pertanto hanno molto sviluppata la facoltà assimilativa ed anche la riproduttiva. Viceversa cellule senza nuclei non si nutrono, non si assimilano, e di qui si comprende assai bene il corollario di Virchow, per cui la cellula senza nucleo è in uno stadio transitorio e presso a morire. Vale lo stesso per quegli elementi che ad onta lo continuano ad avere, pure è avvizzito, inadatto a funzionare, come è il caso di quelle cellule nello stadio squamoso o lucido.

Il nucleo adunque è la parte indispensabile per l'attività assimilativa cellulare; anzi meglio è la sola per cui accadono gli atti assimilativi; di talchè sia che gli elementi anatomici vengano rappresentati dai soli nuclei, sia dal nucleo e dal contenuto, o da tutti e tre gli attributi anatomici (nucleo, contenuto e parete), fin quando il nucleo è in vita sono soltanto dotati eminentemente del potere assimilativo.

■. *Costituzione del fluido nutritivo.* Il fluido nutritivo è di più o men complessa costituzione chimica e morfologica.

Per certi elementi, cioè ad es. per quelli dell'epitelio vasale è il sangue stesso, da cui sono costantemente bagnati, e si comprende in conseguenza che il fluido nutritivo è complessissimo sia nella sua composizione chimica che nella morfologia.

Per gli altri elementi il fluido nutritivo è il trasudato plasmatico del sangue a traverso i capillari, o parte di esso. Si credeva che il trasudato fosse stato soltanto un liquido di complessa costituzione chimica, giacchè tiene nell'acqua sospese o sciolte le sostanze albuminoidi, le grasse, gli zuccheri e i sali; ma oggi è possibile il pensare altresì alla sua costituzione morfologica, perocchè colle conoscenze che si posseggono sui vasi e cogli studii che si son fatti sull'emigrazione o fuoruscita dei leucociti e dei globuli rossi del sangue a traverso le pareti dei capillari nel easi di flugosi, è presumibile che normalmente nel trasudamento plasmatico e nel fluido nutritivo ci siano elementi morfologici. Se ei si permetta di parlare poggiato su dati probabili, è verosimile che ordinariamente non escono che i leucociti o i soli globuli bianchi. Sicchè dal lato della costituzione si distinguerebbero due fluidi nutritivi, uno più complesso dell'altro. Il primo sarebbe il sangue in sostanza, ed il secondo una varietà di esso o se si vuole un sangue bianco.

Nulla per ora dobbiamo aggiungere sul primo. Sul secondo in cambio dobbiamo fermarci per studiare le condizioni del suo trasudamento.

III.

Il sangue corre continuamente a traverso un sistema di tubi chiusi elastico-contrattili sparsi per l'organismo, e con una differente tensione o forza a seconda dell'impulso del cuore e della capacità sia assoluta che relativa dell'alveo vascolare, cioè a dire sia per il lume che propriamente ed ordinariamente ha, sia per la dilatazione e restringimento dello stesso mercè innervazione vasomotoria o pure per accrescimento e diminuzione della massa del sangue. L'innervazione vasomotoria è duplice: può restringere e dilatare attivamente i vasi, ed entrambi questi stati si possono suscitare mercè l'eccitazione diretta o riflessa. I centri ne sono i gangli parenchimali o le cellule ganglioniche sparse pel corpo, ed uno o due punti speciali della midolla allungata che dominano l'azione dei gangli periferici. Questa innervazione agisce singolarmente sulle arterie. Non si è dimostrata la sua possibile azione propriamente sui capillari.

Nell'intimità degli organi il sistema tubulare anzidetto si riduce ad una complessissima rete capillare, la cui parete semplice fatta di protoplasma (1) può permettere, come lo fa in effetti, molto facilmente la filtrazione e la diffusione delle parti del sangue. Circondati come sono i capillari da tessuto germinale, il trasudato sanguigno si versa immediatamente negli *spazii interstiziali* del detto tessuto (2), e di qui nei canali umoriferi in cui guazzano gli elementi anatomici sia del tessuto germinale che dei tessuti congiuntivi (osseo, cartilagineo), od attorno agli elementi dei tessuti superiori (tessuto muscolare e nervoso) che sebbene non siano contenuti proprio in canali umoriferi, sono ciò non pertanto circondati da tessuto germinale fornito di spazii interstiziali. Per questo complesso sistema di lacune gli elementi cellulari sono direttamente in rapporto, o proprio guazzano in laghi di fluido nutritivo, eccettuando soltanto i tessuti epiteliali i quali sono privi di vasi, e non ancora

(1) Vedi Lezioni VII ed VIII.

(2) Vedi p. 149.

si è in essi dimostrato un sistema di canali. Con tutto ciò, però, non è da pensarsi che siano meno riccamente provvisti di elementi assimilativi; anzi dopo il tessuto germinale sono essi che più si distinguono per attività assimilative e proliferare, e se ne intende la ragione quando si pensi che o mancano di sostanza intercellulare (tessuti glandolari propriamente detti) e quindi il fluido nutritivo si può fare strada facilmente tra le cellule justapposte, o se vi è esiste dessa in massima è in piccolissima quantità e sempre molto atta ai processi osmotici.

Checchessia del rapporto del plasma cogli elementi anatomici dei tessuti e degli organi, una cosa per ora dobbiamo desumere da quello che precede ed è: che negli organi e nei tessuti il sangue che corre a traverso i capillari si trova in mediato contatto (mercè la parete dei capillari) col liquido di già trasudato.

Fra l'uno e l'altro vi ha differenza di pressione, di quantità, e di qualità in ragione degli organi e della specie degli elementi che qui il trasudato deve nutrire, e quindi si comprende come tra entrambi ci sarà scambio materiale retto dalle comuni leggi fisiche della filtrazione e della diffusione. Il sangue negli organi filtra a traverso i capillari, giacchè la sua tensione è maggiore di quella dei fluidi parenchimali, e noi sappiamo dalla fisica che quando un liquido è sotto l'influenza di una forza, sia questa la sola gravità o pure un impulso, e circondato da una membrana porosa filtra a traverso questa, o in altri termini passa all'altra parte con maggiore o minore facilità a seconda del grado della forza da cui il liquido è animato, e della minore resistenza che dall'altra parte si trova. S' intende di qui che la condizione più favorevole sarebbe quella del vuoto dalla parte opposta del liquido filtrabile, o la più sfavorevole tanto da non permettere la filtrazione l'esistenza di un liquido o in generale di un fluido di eguale pressione. Nel caso nostro e nelle condizioni ordinarie non abbiamo questi estremi; ma la pressione del sangue riunito nei capillari è di tanto per potere più che filtrare nella compage degli organi e dei tessuti. Molte condizioni aumentano la filtrazione del trasudato e sono: l'aumentata quantità di sangue assoluta e relativa, la dilatazione dell'alveo vascolare o parziale, l'accresciuto impulso del cuore, il disturbato riflusso di sangue dagli organi per le vene, la diminuita pressione dei fluidi parenchimali. E viceversa diminuiscono il trasudato la scemata quantità di sangue, il ristrin-

gimento dei vasi (ischemia), l' aumentata pressione degli organi ecc.

1. La massa del sangue si accresce assolutamente o mercè una generosa bevanda o mercè l'iniezione ad es. di acqua nelle vene; relativamente poi legando un grosso tronco vascolare, per confinare così la massa del sangue a raggrarsi in uno spazio più ristretto: vale per esempio la legatura dell'aorta addominale dopo l'uscita delle emulgenti, o soltanto le iliaiche di un lato solo. In entrambi i casi si capisce agevolmente che la tensione del sangue deve aumentare e quindi la filtrazione restarne agevolata.

2. La dilatazione vascolare può essere generale o parziale, attiva o passiva, cioè o estendersi a tutti o alla più gran parte dei vasi, o limitarsi ad un organo solo o ad una famiglia di organi, o dipendere da paralisi dei nervi vasomotori costrittori o pure da eccitazione dei nervi vasomotori dilatatori. La dilatazione generale nelle condizioni normali si riduce per lo più ad un fatto sperimentale, giacchè si può ottenere l'aumento di lume della più parte dei vasi e singolarmente dei viscerali mercè l'irritazione del ramo sensibile del vago conosciuto oggi sotto il nome di depressore, il quale agisce particolarmente sul centro de' nervi vasomotori, e così riflessamente si ha la dilatazione vascolare (1). Un esempio però anche più lampante lo fornisce la patologia: nella febbre si ha appunto il caso di una dilatazione generale dell'alveo vascolare. Per contrario è frequentissima la parziale: ogni organo che dallo stato di riposo passa in attività per primo fatto presenta la dilatazione dei vasi, e quindi afflusso maggiore di sangue e circolazione più attiva di esso, tanto che il sangue nelle vene può giungere rosso e non nero, siccome *Bernard* per il primo dimostrò nella circolazione della glandola salivare sottomascellare.

Questa dilatazione vascolare può essere attiva o passiva. I più poggianti sul noto fatto che la recisione del gran simpatico, per es. al collo, rilascia le pareti dei vasi della regione facciale e cefalica corrispondente al taglio, hanno ammesso che la dilatazione della famiglia vascolare di un organo in funzione è parimenti paralitica, e la spiegherebbero sia per subitaneo esaurimento dei gangli vasomotori parenchimali in seguito a stimolazione pei ra-

(1) Palladino. Rivista su uno dei nervi sensibili del cuore. Morgagni, Anno 1867.

mi nervosi incidenti, sia per problematica ischiemia degli stessi gangli, che per altre ragioni. Oggi però la scienza non fa buon viso nelle condizioni normali a questa dottrina *neuro-paralitica* dell'afflusso e molto probabilmente devesi confinare ai casi che la sperienza produce o la clinica può soltanto fare osservare. Non fa buon viso, imperocchè una serie di fatti ci parla forse chiaro in favore di una dilatazione attiva vascolare. Così ad esempio se s'irrita la corda del timpano si ha la dilatazione attiva dei vasi della glandola sottomascellare, onde il sangue corre in maggiore abbondanza ed esce rosso per le vene; se si taglia, come *Schiff* pel primo dimostrò, il nervo auricolo-cervicale e s'irrita il monecone centrale l'arteria centrale dell'orecchio si dilata; inoltre, irritata la parte centrale delle radici sensitive del plesso sciatico, si ha in massima la dilatazione dei vasi dell'arto corrispondente; o pure reciso soltanto il nervo plantare e stimolato il moncone centrale *Löwen* ha visto dilatare la safena. Infine una dilatazione di simil genere accade nell'erezione prodottasi per stimolazione periferica, ed altrettanto si avvera in ogni regione o punto del corpo sia nelle condizioni normali che nelle patologiche: dato uno stimolo si ha la dilatazione attiva delle arterie, l'afflusso di sangue o l'iperemia attiva. A tutti questi fatti isolati si aggiunge oggi quello di un possibile centro comune dilatatore esistente nella midolla allungata, la cui stimolazione è oggi soltanto possibile in via riflessa e mercede un nervo solo, cioè il depressore. Un fatto rimarchevole che non bisogna far passare sotto silenzio si è il fenomeno della costrizione dei vasi precedente alla dilatazione degli stessi in seguito ad eccitazione, e ciò si avvera sia nei vasi dell'orecchio, che del piede ecc. Ciò ha potuto far sostenere a *Snellen* che nei casi in questione, più che ad una dilatazione attiva si aveva a fare con un rilasciamento paralitico o con una neuroparalisi dipendente da esaurimento; e tanto più si è eredito di essere autorizzati a questa opinione, per quanto non è tuttavia intelligibile il meccanismo di questa dilatazione. Impertanto la prima non potrebbe essere un'obiezione in tutto il significato della parola, giacchè la costrizione predetta che anticipa le dilatazioni non è punto un fatto costante, e la seconda molto meno, poichè giammai l'affermazione di un fatto è dipeso dalla sua giusta interpretazione! D'altro canto *Schiff* a cui propriamente si deve questo notevole paragrafo della moderna fisiologia ha dato due fatti importanti, l'uno soprattutto abbastanza decisivo per la quistione che ci occupa.

Egli serovriva il cuore arterioso del coniglio, cioè la pulsazione ritmica ed indipendente dai moti del cuore dell'arteria auricolare; ed il restringimento come la dilatazione di questa arteria non può intendersi che nel senso di movimenti attivi. Ed ultimamente si serviva con assai giustezza dei tubercoli erettili cervicali del gallo d'India per sostenere la sua tesi. Egli recide i nervi dei tubercoli di un lato, i quali per neuroparalisi acquistano una tinta più rossa dei tubercoli del lato opposto e singolarmente poi la differenza si fa sensibile nel tempo del pasto quando cioè questi quasi impallidiscono. Ma però se s'inquieta l'animale, se è sotto il dominio di un'agitazione qualsiasi, i tubercoli del lato sono sì arrossano ed assai di più dei paralizzati. Questo esperimento parla più che in favore della dottrina dei nervi dilatatori, e sarà proprio il più inecontrovertibile, eliminato una volta il dubbio che può per ora aversi sulla partecipazione dei muscoli intravascolari ed interstiziali del corpo cavernoso a produrre il fenomeno in discorso. In qualsiasi modo però ottenuto l'afflusso si capisce agevolmente come deve aumentare il trasudato parenchimale, aumentata che è la quantità di sangue che scorre in una data unità di tempo per un organo, ed anche la pressione laterale.

3. L'impulso del cuore si aumenta a) con una buona dose di equivalente meccanico che s'introduce cogli alimenti; b) a seconda degli ostacoli maggiori che il sangue incontra nell'alveo circolatorio; e c) secondo l'azione di certi agenti medicamentosi che tonizzano le sistole cardiache come ad esempio la digitale ec. S'intende facilmente per le ragioni dette innanzi la sua influenza favorevole sulla filtrazione.

4. Ed anche facilmente si capisce quella dell'impedito riflusso venoso: il sangue si accumula negli organi per le nuove quantità che vi giungono continuamente, e non potendosi corrispondentemente scaricare, anche ammessa la circolazione collaterale, la tensione laterale deve aumentare e quindi sempre più il disquilibrio esistente tra osso ed i fluidi parenchimali.

Normalmente questo riflusso è impedito per compressione temporanea che su un troneo venoso può esercitare una data posizione del corpo, o qualche arnese; o pure lo sviluppo considerevole e temporaneo di certi organi, come ad es. l'utero nella gravidanza. Nelle condizioni patologiche poi siffatte contingenze sono molto comuni, per ragioni molto numerose, e che noi ci dispensiamo

anche dal solo noverarle, giacchè ci trasporterebbero molto lungi dal nostro terreno.

5. Infine la diminuita pressione dei fluidi parenchimali aumenta la filtrazione, e se ne capisce il perchè. Un esempio comune se n'ha nell'applicazione delle ventose, per cui si distrugge o per lo meno si diminuisce la pressione atmosferica su un punto del corpo; ed un altro più lampante se n'ha in quegli intrepidi aeronauti che valicando l'oceano atmosferico sono giunti a tanta altezza da sudar sangue per la diminuita pressione dell'atmosfera. Uno studio accurato sull'influenza della pressione atmosferica sulla nutrizione non si è neppure iniziato; ma tempo verrà e sarà desso un grande ed importante capitolo non solo della fisiologia, quanto della patologia e della terapia!

Senza spender molte parole si comprenderà ora da sè come il restringimento dei vasi per irritazione dei nervi vasomotori costringitori, l'aumentata pressione dei fluidi parenchimali, ed altrettali cause ostacolano la filtrazione.

A parte le oscillazioni in più o meno, la filtrazione è continua. Ciò si spiega fra l'altro per l'esistenza nella generalità di un apparecchio regolatore, fatto dai linfatici, pei quali s'incanalano i fluidi parenchimali, somministrati che hanno i materiali necessari al mantenimento ed alla funzione degli elementi anatomici. Di talchè questo riflusso fa costante il disquilibrio di pressione che si trova tra il sangue dei capillari e i fluidi di cui questi tubuli vengono circondati, ed è desso quindi che contribuisce a mantener perenne la filtrazione.

La *diffusione* si accoppia alla filtrazione, e con essa si ha in mira l'equilibrio chimico del sangue e dei fluidi parenchimali. Perchè si effettui, vi è di bisogno che due liquidi di differente costituzione siano separati da una membrana porosa. Nel caso nostro troviamo realizzate entrambe queste condizioni. Le sostanze del sangue non sono tutte egualmente diffusibili: a norma della facilità con la quale si diffondono, bisogna mettere in prima linea i sali, lo zucchero, indi i prodotti riduttivi delle sostanze albuminoidi, e poscia queste ed i loro derivati. *Graham* le distingue in sostanze *cristalloidi* di facile diffusione ed in sostanze *colloidi* di difficoltosa diffusione. Oggi generalmente si accetta questa distinzione perchè fondamentale e reale, sebbene i nomi non ne siano molto proprii. La ragione intanto della più o men facile diffusione

stà nel valore o nel grado dell'equivalente endosmotico delle sostanze, cioè a dire con altre parole nella quantità d'acqua che deve entrare nel torrente circolatorio contemporaneamente che una data sostanza n' esce. Le sostanze più solubili hanno per ciò stesso un equivalente endosmotico molto basso, e quindi sono le più diffusibili.

La diffusione, mentre ha di mira l'equilibrio chimico tra il sangue e i fluidi parenchimali, giunge ad aumentare la differenza di pressione tra gli stessi esistente; e la filtrazione all' incontro mirando ad ottenere tra essi l'equilibrio di pressione ne mantiene il disquilibrio chimico. Sicchè a prescindere dall'azione della circolazione linfatica, sol pel giuoco di entrambi i suddetti fenomeni fisici è continua la produzione o l'uscita dei liquidi parenchimali dal sangue a traverso le pareti dei capillari.

Così come sortono dal sangue i fluidi parenchimali, è da suporsi almeno, sono da per tutto uniformemente composti. Non lo si può asseverantemente affermare; giacchè nessuna analisi di fatto ce l'ha sin'ora dimostrato.

Però con questo unico fluido si nutriscono tutti i tessuti varii per composizione ed ufficio; si producono tutte le diverse sostanze intercellulari; e tutti i varii prodotti che s'incanalano per i linfatici. A riunire questi due dati estremi ci ha una serie di atti che noi cominceremo ad esaminare.

IV.

L'assimilazione risulta da tre momenti: 1° assorbimento per parte delle cellule dei fluidi parenchimali del materiale assimilabile; 2°, atto assimilativo propriamente detto o fissazione nell'interno delle cellule del detto materiale; e 3°, produzione o separazione della sostanza intercellulare.

A. L'assorbimento è fatto dalle cellule a seconda della loro composizione chimica: quindi non prendono indifferentemente tutte le sostanze liquide o gassose che le possano circondare, ma ubbidiscono in ciò alle leggi dell'affinità chimica.

Condizioni favorevoli poi ne sono: a) i processi osmotici tra le sostanze cellulari e quelle del liquido nutritivo; b) la mancanza della parete cellulare nello stadio giovane della vita delle cellule; c) la pressione del liquido nutritivo; d) il calore e probabilmente anche l'elettricità.

B. La fissazione o l'assimilazione del materiale assorbito è un argomento tuttavia molto quistionabile. *Schwann* nel suo sistema . dopo che avea fatto germogliare le cellule dai *blastemi* , passati quindi a sostanza intercellulare, ammetteva che nella cellula vi si stabiliva una doppia corrente nutritiva: l'una cioè nel senso periferico, e l'altra in quello centrale, di talchè colla prima si accresceva la parete sia in larghezza che in ispessenza a norma della disposizione delle molecole, e colla seconda si nutriva e si sviluppava il nucleo in forma speciale come ad es. quello delle fibre muscolari. Il nucleo sarebbe restato indifferente, giacchè non cangia forma. Oggi per quei pochi che si occupano di sì cardinali quistioni il modo di vederc di *Schwann* è tuttavia in massima accettato, ma però senza discussione, non avendo in favore nè dimostrazione sperimentale di sorta, e nè tampoco il sostegno dei principii sulla attività delle parti cellulari. Per ciò acquistano sempre di giorno in giorno maggior valore le ricerche e l'opinione di *Beale* sulla materia germinale e sulla germinata, la cui dottrina è realmente, siccome mi sono da lunga pezza pronunziato, il complemento di quella di *Virehow*, e con dessa l'istologo inglese ha avuto il merito di sollevare il notevole capitolo per così dire dell'embriogenia cellulare, dal cui più grande sviluppo maggiore precisione deriverà al modo d'intendere l'economia cellulare.

1. Quando si tratta un taglio di tessuto colla soluzione ammoniacale di carminio, gli elementi cellulari se ne imbevono e si arrossano; ma la parte che più fortemente si arrossa, quella che è la prima ed anche la sola che, sia nei liquidi deboli d'imbibizione sia dopo che i preparati hanno traversato la digestione ad es. nella glicerina ecc., resta colorata è il nucleo. Il protoplasma anche che si colora perde poi colle digestioni la soluzione ammoniacale, e quando manca di nucleo non si colora affatto. Un esempio di ciò rimarchevole si ha coi globuli bianchi e coi globuli rossi del sangue dei mammiferi: mentre i primi s'imbevono, i secondi restano indifferenti nella soluzione di carminio, e tutti sanno che questi mancano di nucleo. Nè saprebbe vedersi un ostacolo nella sua composizione, come per avventura potrebbe pensarsi, giacchè i globuli rossi e nucleolati degli uccelli, dei batracii e dei pesci si colorano non meno celeramente nè men bene dei bianchi.

Adunque il nucleo è tra i componenti della cellula quello che

assorbe il carminio e fortemente vi si combina. Ma il nucleo assorbe anche altre sostanze coloranti. Io con grandissima utilità adopero il rosso d'anilina, e me ne servo proficuamente per l'imbibizione a vista. Basta far giungere sulla lastrina su cui si osserva del sangue allora preso da un animale e con un mestruo che permette i movimenti ambiformi dei suoi globuli, basta far giungere ripeto un pò di soluzione di anilina perchè rapidamente i globuli che ne vengano tocchi immediatamente ne restano colorati nel nucleo, quando l'hanno. Io ho ragione d'insistere su questa prova più che sull'altra, giacchè ci lascia constatare che quella attrazione e proprietà del nucleo di attirare sostanze che circondano la cellula sono attribuiti eziandio della cellula in vita, e valgono altresì per quelle sostanze che come l'anilina non formano una combinazione chimica colla sostanza del nucleo, o se anche la formassero è così debole che è sufficiente un liquido qualsiasi, ad es. l'acqua, l'alcool, in cui l'anilina è solubile, per scolorarlo. Per l'opposto colla prova al carminio la colorazione si effettua dopo molte ore soltanto, quando cioè la cellula è morta ed il nucleo si è decomposto, di talchè si produce un carminato che tiene questo durevolmente arrossato. Ciò naturalmente, accadendo a cellula morta ed a scomposizione cominciata del nucleo, non potrebbe essere senza difficoltà esteso ai fenomeni vitali della cellula. Queste difficoltà intanto, quali che si fossero, non hanno più il loro valore innanzi ai risultati dell'applicazione dell'anilina; sicchè è da conchiudersi da quello che precede che il nucleo cellulare per sua peculiare costituzione attrae sopra ogni altra parte della cellula, anzi meglio esclusivamente, certe sostanze coloranti sciolte, che possano circondare gli elementi anatomici. Dietro ciò è più che verosimile altresì conchiudere che lo stesso accade colle sostanze dei fluidi parenchimali, del trasudato o del liquido nutritivo, ed in conseguenza le materie dello stesso attratte dalla cellula sono propriamente prese dal nucleo. Le due correnti quindi di liquido nutritivo ammesse da Schwann e dai suoi seguaci sono contraddette dalle prove sperimentali riferite.

2. L'azione del nucleo nella fase assimilativa non è un'azione *catalittica*, cioè a dire non agisce per *forza* di presenza o di contatto. Le prove fisiche anzidette implicitamente contrastano questa catalisi se fosse pure ammissibile; ma migliori dati si hanno nel respingerla interamente da osservazioni dirette che passo a riferire.

Un nucleo germinale si può sviluppare in cellula, sia questa di un tessuto epiteliale sia di un congiuntivo. Il primo fatto di questo sviluppo si è la comparsa di un leggiero accenno, indi un'orlatura di protoplasma intorno al nucleo, e quindi tutto intero un protoplasma cellulare. La crescita di questo protoplasma è totale ed uniforme, o parziale, cioè: o cresce su tutta ed attorno la superficie del nucleo uniformemente, o pure in uno o più punti soli, ed in altri meno sino proprio da arrestarsi in essi ogni accrescimento. Nel primo caso si ha la cellula sferica o pressochè tale, e nel secondo quella di varia forma, la cui ragione intima ora ci sfugge; ma senza dubbio debbe ripetersi in buona parte dagli atti chimici che nella cellula si effettuano a norma della sua costituzione. L'azione fisica esterna, la pressione, cioè, quando molte cellule sono stivate in un luogo, può avere una certa influenza sulla figura delle stesse; ma ad ogni modo è tale che non solo non può spiegare alcun fatto, quanto si può interamente trascurare senza pregiudizio per le possibili interpretazioni. L'accrescimento è continuo, e continuamente il protoplasma aumenta: arrivato ad un certo punto comincia ad indurirsi, ad ispessirsi, cangia composizione e figura, ed allora è bella e formata la parete cellulare. A questo punto la cellula è bella e compiuta. Tutta questa formazione si può seguire a gradi a gradi in molti punti dell'organismo adulto, e meglio fetale, nelle condizioni normali e patologiche. La si seguirà abbastanza nettamente nel ringiovanimento e nell'ulteriore sviluppo del corpo mucoso del *Malpighi* singolarmente nel periodo fetale. I nuclei del corion sottostante, passati nell'ambiente epiteliale e sotto l'influenza di stimoli specifici che per ora ci sfuggono, si cominciano a circondare di uno speciale protoplasma e passano a cellule lunghe del primo strato del corpo mucoso; indi a poco a poco cresce il protoplasma, ubica con tutto il nucleo, cioè si porta in sopra, cangia figura, da allungato che era si avvicina alla forma rotonda o all'ellissoidale; indi si comincia ad indurire alla superficie, s'ispessisce, si forma proprio una parete. Corrispondentemente la cellula è divenuta pavimentosa. Anche più splendidamente io ho visto che si può seguire la formazione del protoplasma nei globuli sanguigni degli uccelli, dei rettili e dei pesci. In questi animali le cellule delle ghiandole linfathe si riducono al nucleo dei grossi globuli bianchi e futuri globuli rossi. Ma a poco

a poco si circondano di protoplasma (sebbene non in modo uniforme) fino a che si ha una grossa cellula bianca, che poi ci darà il corpuscolo ellissoidale rosso. Nella linfa, come nel sangue di questi animali, si trovano tutti i gradi distinti di questo passaggio. Infine un esempio anche celatantissimo si ha nello sviluppo di parecchi elminti. Io ho studiato fra l'altro, quello dell' *Ascaris marginata*, nematode molto comune a vivere nel tubo intestinale dei cani, e quello della *Spiroptera megastoma*, nematode altresì comune a vivere in cisti sottomucose nello stomaco del cavallo. La Tavola II porta le figure di entrambi questi sviluppi. Nella Fig. 19 A, si ha il fondo cieco dell'ovaja dell' *Ascaris marginata* ripieno di nuclei luttavia tendenti alla scissione, per cui si sono moltiplicati. In D, si ha ancora una porzione di tubo ovarico; ma però i nuclei sono circondati da una sostanza molecolare, che sempre più aumenta sino a che il tutto si fragmenta, o meglio si divide in tanti cumuli di sostanza granulare e di differente forma, ognuno dei quali con a centro un nucleo, siccome si vede sotto la lettera H dell'istessa figura. Però la suddetta divisione può anche farsi per mezzo di cumuli ellissoidali, come nella Fig. 20, ed ogni cumulo alla sua volta segmentarsi in tanti cumuletti, avendo ciascuno un nucleo. Le masse, prodotte dalla doppia forma di divisione ora detta, seguitano a crescere; da triangolari, rettangolari o poligonali che siano, a poco a poco si arrotondano. Il protoplasma indi s'indura alla periferia, acquista una struttura, quasi come se risultasse di scaglie, e la parete è così formata: l'uovo in conseguenza è compiuto, e può svilupparsi. La Fig. 21 in A, B, C, D, E, porta i disegni delle ultime fasi di accrescimento o formazione della cellula, e la Fig. 22 mette sott'occhio i gradi di sviluppo dell'animale. Ci dispensiamo dal trattenerci sulla produzione dell'uovo della *Spiroptera* giacchè, come si può rilevare dalla Fig. 23 (a, b, c, d,), si hanno ad osservare gli stessi fatti. Il nucleo, dapprima solo, si circonda a poco a poco di protoplasma, e questo alla sua volta di un orlo parietale, che qui pare non giunge al grado proprio di parete distinta.

Come intanto bisogna intendere l'azione del nucleo in tutti i casi precipitati di produzione di protoplasma?

Non pare che sia un lavoro di nuda aggregazione, giacchè i protoplasmi sono di composizione molto differente, e ciò non pertan-

to il plasma nutritivo è unico; nè si può dire che si modifichi sotto l'influenza del nucleo quando si pensi che il liquido nutritivo, giusto ciò che mostrano le imbibizioni a carminio e ad anilina, è assorbito dal nucleo esclusivamente, anche quando la cellula è fornita di protoplasma e di parete. Di talchè è molto verosimile che l'attività del nucleo consista propriamente in una elaborazione o in un'azione secretiva. A norma della sua composizione, il nucleo (agevolato dalle altre condizioni sopradette) attira a sè le sostanze del plasma, le elabora ed indi le separa diversamente composte da quello che ci sono arrivate. L'intimità dell'azione del nucleo ci è oscura per ora, imperocchè mancano tuttavia molti dati importanti per la soluzione di questo quesito, e principalmente quello che riguarda la sua chimica composizione non sapendosi altro che in molte serie cellulari questa è *mucinoide*; ma possiamo ritenere che la natura dell'atto in ogni modo è respiratoria. Il nucleo assorbe l'ossigeno, le sostanze albuminoidi e i sali, e dall'ulteriore ossidazione delle seconde dipende tutto l'origine delle differenti sostanze protoplasmatiche. Le quali possono essere più complesse o più semplici di quelle del liquido nutritivo, a seconda che vi è stato un movimento di addoppiamento o di sdoppiamento. Nella fibra muscolare ad esempio per la formazione dell'*inogeno*, sostanza albuminoide complessissima, non ci può essere che un movimento di addoppiamento, ed altrettanto deve dirsi del *protagono* sostanza del pari complessissima e base della guaina midollare delle fibre nervose. Viceversa è un movimento di sdoppiamento la produzione di grasso nelle cellule adipose.

Il protoplasma può subire delle metamorfosi sempre restando nei limiti dell'assimilazione, ed in queste il nucleo ci può e non ci può partecipare. Ci partecipa in modo rimarchevole nella pigmentazione ematica dei leucociti, i quali nel metamorfosarsi in globuli rossi cominciano a colorirsi nei mammiferi dapprima nel nucleo, siccome io ho dimostrato in un particolare lavoro già dinanzi citato.

C. La sostanza intercellulare è di produzione cellulare. Schwann credette che si fosse formata primitivamente dal liquido trasudato ed indipendentemente dalle cellule, ma i fatti che esporremo, se ci fanno ritenere che la sostanza intercellulare è capace ed è effettivamente sede di certi fenomeni chimici, ci dicono ad un tempo che è il prodotto dell'attività cellulare, onde benissimo un tes-

suto si può distinguere in *territorii*, consistenti ognuno dei quali di una cellula e di una quantità di sostanza intercellulare da essa prodotta ed alla cui economia nutritiva bada e soprintende. Virchow che li chiamò *territorii cellulari* diede altresì gli esempi patologici in appoggio di questa dottrina, giacchè nella necrosi ad es. delle ossa si può benissimo dimostrare che una cellula morta ha del pari la sua sostanza intercellulare alterata, mentre le cellule integre si mantengono all'intutto sani i territori. Ad intendere la produzione della sostanza intercellulare giova ricordare che il movimento elaborativo del nucleo è continuo, e continuamente quindi la sostanza del protoplasma si accresce e si estende alla periferia. Siccome la direzione di questo accrescimento è in linea centrifuga, s'intende di leggieri che la parte più periferica è la più vecchia. Sia quindi solo per questo, sia anche perchè si allontana sempre più dal nucleo subisce delle metamorfosi chimiche che sono in rapporto alla composizione del protoplasma; ed il prodotto di questa metamorfosi è la sostanza intercellulare. Consiste questa metamorfosi in certi tessuti, es. il germinale (forma fibrillare ordinaria e forma rigida) in uno sdoppiamento della sostanza albuminoide in gelatina ed in mucina o in due sostanze che colla bollitura ci danno l'una e l'altra, ed in certi altri nella produzione di una sola come la *condrogena* o *condrina* del tessuto cartilagineo e l'*osseina* dell'osseo.

Due leggi abbastanza fondate son quelle che riguardano il rapporto quantitativo della sostanza intercellulare coll'età della cellula e colle funzioni specifiche che questa può disimpegnare. 1. Secondo fece prima notare *Reale* la sostanza intercellulare è tanto più sviluppata nella cartilagine per quanto questa è più avanzata. La prima cartilagine embrionale, cioè la corda dorsale è fatta tutta di cellule; quasi lo stesso si può dire delle altre sul principio di loro nascita, ma poi a poco a poco la sostanza intercellulare cresce. Identiche osservazioni si fanno sui tendini o sulla forma rigida del tessuto germinale. Nei tendini fetali è quasi nulla la sostanza intercellulare, e poi gradatamente si sviluppa e cresce tanto da essere immensamente predominante sulle cellule tendinee. 2. La sostanza intercellulare è tanto minore per quanto più sono salienti le proprietà specifiche delle cellule. Gli elementi nervosi, i muscolari e le cellule glandolari a notevoli proprietà e funzioni speciali non hanno sostanza intercellulare.

All'inecontro le cellule epiteliali propriamente dette in cui le proprietà funzionali cominciano ad illanguidirsi si rivestono di una certa tal quale quantità di sostanza intercellulare (1). Ed infine quelle indifferenti come le cellule del tessuto cartilagineo, osseo ecc. producono sostanza intercellulare in abbondanza. Nelle stesse condizioni si trova il tessuto germinativo: solo la forma adenoidale fa eccezione, giacchè tiene poca sostanza intercellulare; ma già sappiamo che è la sola forma a possibili proprietà specifiche.

Negli epiteli protettori, in cui la secrezione è poco considerevole (epitelio della cute) le cellule non hanno frattanto molta sostanza intercellulare poichè si circondano di una forte parete che probabilmente le deve impedire di generare molta sostanza intercellulare.

La sostanza intercellulare è sede di atti fisico-chimici proprii. La sua gelatina può metamorfosarsi in elastina, come accade nella formazione delle membrane basali (basement membrane) delle mucose, delle sierose ecc. Si può combinare direttamente coi sali calcarei del plasma e si ha lo sviluppo della sostanza intercellulare del tessuto osseo. A norma della sua composizione è omogenea, fibrillare, tubulare ec.

È da notarsi nella sua disposizione la rete dei canali umoriferi, la cui produzione è interamente un fatto fisico, siccome abbiamo di già detto in rapporto ai canali o processi delle lacune ossee.

La sostanza intercellulare è sempre osmotica; ma la sua quantità e la sua consistenza alle volte possono aumentare di tanto, per quanto compromettono l'attivo assorbimento plasmatico delle cellule.

Riepilogando le cellule sono il centro di un doppio movimento, centripeto (assorbimento plasmatico), e centrifugo (elaborazione della sostanza intercellulare ed altro), e sede di un movimento assimilativo e di sostituzione. Quando fra i tre momenti vi è equilibrio la cellula serba le sue dimensioni ed in generale la sua costituzione; ma l'elaborazione può essere accresciuta, senza corrispondente assorbimento ed allora la cellula s'impicciolisce, si atrofizza e si distrugge: e per contrario l'assorbimento può assolutamente essere aumentato, ed allora la cellula si gonfia, aumenta

(1) Vedi lezione XIII.

fin dove può, s'ipertrofia. Se nonchè come le osservazioni di *Harting* dimostrarono dapprima e quelle di *Virchow* confermarono di poi in numerose contingenze patologiche, le cellule in massima s'ingrossano poco, e per lo più tendono a dividersi, moltiplicarsi. Di talechè la moltiplicazione cellulare è quasi all'apice del movimento parabolico assimilativo!

LEZIONE XVIII.

SOMMARIO — Fato riproduttiva del processo nutritivo — A trattarla è utile distinguere in due parti: 1. come nascono le nuove cellule e quali sono le condizioni e i modi di questa produzione; 2. in che maniera propriamente nei tessuti si rinnovano le cellule. La dottrina della libera formazione cellulare e la dottrina cellulare propriamente detta. Si esamina la dottrina della libera formazione cellulare. I due modi di genesi secondo la stessa — Entrambi al rifiutano perchè non poggiati su alcuna osservazione, o pure soltanto su illusioni. Dottrina cellulare propriamente detta. Primo osservazioni di Reicheri in suo favore ed opinioni di questo autore — Le osservazioni più concludenti di Remak, di G. Müller e quelle generali di Virchow: *Omnis cellula e cellula*. Parallelo tra la dottrina della genesi cellulare e quella della genesi animale. *Eterogenia* ed esperienza di Spallanzani e dei suoi seguaci (Milne-Edwards, M. Schultze, Pasteur ecc). Ogni animale proviene da un altro animale, come ogni cellula da un'altra cellula: *Omne riens ex riis*. Modi diversi di riproduzione cellulare: *stissione, geminazione, endogenia*, e probabilmente *fusione* o pure *zigoti* cellulare. Le cellule si rinnovano nei tessuti per moltiplicazione delle preesistenti o per emigrazione dei leucociti dei luoghi vicini, e più particolarmente del sangue.

I.

Il rinnovamento istologico del processo nutritivo importa la sostituzione degli elementi anatomici, che per le funzioni continuamente si consumano. Questo rinnovamento od anche questa genesi o riproduzione cellulare è stato mai sempre un argomento vivacemente dibattuto, ed oggi per di più molto complicato.

A volerlo con certo ordine e chiarezza trattare, io credo utile distinguerlo in due parti, cioè in una parte generale ed in una speciale, o in una parte teorica ed in un'altra d'applicazione. Nella prima va risoluto il quesito: *come nascono le nuove cellule*, e *quali sono le condizioni e i modi di questa produzione*; e nella seconda *in che maniera propriamente nei tessuti si rinnovano le cellule*.

Secondo Schwann: « È una sostanza senza struttura, che secondo la sua proprietà chimica ed il grado della sua vitalità porta

più o meno la facoltà di produrre cellule. » Contro Schwann si elevarono dapprima l'osservazioni della segmentazione dell'uovo di Rana (Prevost e Dumas 1824). I pezzi della segmentazione furono tenute per cellule. Reichert di poi le confermò e le diede una parete negata giustamente da Bergmann, e l'ammise soltanto dopo i primi tempi. Henle del pari ritenne la segmentazione per divisione cellulare e Kölliker confermò ciò colle sue osservazioni nelle uova dei Cefalopodi. Del resto erano sempre opinioni isolate, o proprio sospetti. A Remak spetta il merito di avere stabilito che nello sviluppo dell'embrione non vi è altro aumento di cellule che quello per divisione.

II.

Intorno al primo quesito, cioè alla genesi cellulare, due dottrine si hanno diviso il campo, l'una che faceva sviluppare primitivamente le cellule senza che altre ne fossero preesistenti, e l'altra che lega la riproduzione o la genesi cellulare all'esistenza di altre cellule. Si è finito col trionfo quasi generale della seconda, ed oggi l'*omnis cellula e cellula* è il dogma istologico, che compendia lo stato attuale di sì importante e sì contrastato argomento.

La genesi di nuovi elementi anatomici senza cellule preesistenti è anche conosciuta sotto il nome di *libera formazione cellulare*, o di *teoria cellulare di Schleiden e di Schwann*. Quegli, illustre botanico e vero fondatore dell'Istologia moderna, distinse nelle piante gli elementi che si sviluppavano da elementi preesistenti, e quelli di nuova formazione. Questi erano le cellule propriamente dette dal cui ulteriore sviluppo risultano le fibre e i tubi, e si producevano secondo lui in un liquido quasi per precipitazione di molecole e di granuli di esso. Schwann estese le dottrine di istologia vegetale agli animali, e per lui quindi la genesi di nuove cellule era anche primitiva ed avveniva spontanea in un liquido che si chiamava *blastema* (βλαστόμα, germoglio) e che proveniva direttamente dal sangue mercè trasudazione a traverso i vasi.

In due modi si sviluppava secondo questa dottrina la cellula in un liquido: 1° si precipitavano dapprima dei granuli, ognuno dei quali quasi con un cerchio perianbiente e sottile di sostanza molle e delicata, per mutua attrazione si aggruppavano ed indi il cumulo

che ne risultava si rivestiva di una parete formatasi o per ulteriore precipitazione di granuli o per fusione di quelli già aggruppati. Così si era formato il nucleo o il *cioblasto*. Intorno a questo poi si continuava la precipitazione sino a formarsi la parete, comparsa la quale la cellula era fatta. Il contenuto cellulare e l'ulteriore accrescimento delle molecole dipendevano dai fenomeni che si sarebbero svolti nell'interno della cellula stessa e di cui noi già conosciamo la dottrina. 2° O pure nel blastema si potevano precipitare ed accumularsi i granuli in tante masse ed in ciascuna di esse sarebbe poi comparso il nucleo e la parete.

Contro questa dottrina vi sono state sempre a fare le più serie obiezioni; ma per una fatalità pari al suo nessun fondamento non solo è stata abbracciata quasi generalmente sino a dieci anni fa, quando si perpetua tuttavia per opera di *Robin* in Francia e dei suoi poco fortunati seguaci, e di qualche scienziato inglese che del resto per ora non ha fondato scuola.

La prima obiezione contro la teoria del blastema è quella che nessuno ha mai visto ciò che con tanta precisione hanno descritto come primo modo di formazione cellulare. La precipitazione dei granuli, il loro aggrupparsi ec. è tutto un congegno subbiottivo sorto dal non sapersi spiegare come nasce una cellula in un liquido che prima non ne conteneva, ed è aingolare che non altri sono ora i fondamenti di *Robin* per non abbandonarla. Egli per es. esamina la linfa di un linfatico del dorso del piede e vi trova leucociti. Siccome qui non vi sono glandole linfatiche che avessero potuto fornirli, egli giunge a due stranissime conclusioni cioè: che le glandole linfatiche non danno leucociti, e questi si formano primitivamente nella linfa! Io son sicuro che chi mi ha seguitato sin'ora comprenderà senza fatica l'erroneità ed anche la leggerezza di questi ragionamenti. La seconda obbiezione, poi, è che se questa dottrina ha qualche osservazione, questa è una illusione. Ed infatti il secondo modo di genesi libera è il risultato di una illusione bella e buona. Se si esamina senza imbibizione lo sviluppo dell'uovo in un elminto, nell'*Ascaris marginata* ad esempio, si ha ad osservare nei tubuli ovarici una massa granulare che si segmenta e ciascun cumulo a poco a poco viene ad acquistare parete e nucleo! Il nucleo sarebbe così quasi l'ultimo a svilupparsi, mentre n'è proprio il primo, siccome abbiamo più innanzi detto; e si dimostra tale quando si sogliono fare queste osserva-

zioni con i mezzi che oggi la tecnica microscopica ci suggerisce, e particolarmente coll'ajuto dell'imbibizione. Io consiglio di ripetere queste osservazioni con il doppio metodo citato, perchè fanno apprezzare il valore dei buoni mezzi che si adoperano, e spiegano gli errori dei nostri predecessori. Mi ricordo che quando osservai la prima volta col metodo ordinario lo sviluppo dell'*Ascaris marginata* affascinato e credente nell'*omnis cellulae cellula* restai meravigliato come fatti sì comuni gli erano tanto contrarii, e non presi pace se non quando mi assicurai con mezzi assai più rigorosi (col metodo della colorazione) che le mie prime osservazioni erano imperfette ed illusorie. La terza obbiezione da ultimo, per finirla, è quella che i seguaci stessi di *Schwann* si facevano: come intendere infatti che con un unico plasma e con un uniforme blastema si precipitano tanti differenti elementi nei diversi punti del corpo? *Vogel* cercò di fondare la legge dell'*analogia di formazione*, secondo la quale si sarebbero potuto spiegare le diverse produzioni; ma la legge di *Vogel*, più che tale, era realmente una frase, la quale esprimeva sì un bisogno, ma non diceva nè più nè meno di quello può permettere un necessario convenzionalismo.

D'altro canto osservazioni contrarie e positive si succedevano senza interruzione. Sin dal 1835 v. *Mohl* aveva osservato nella *conferva glomerata* in sostanza delle cellule come il modo generale di moltiplicazione. *Meyer ed Unger* riconfermarono l'osservazione di v. *Mohl* e dimostrarono che la detta divisione era grandemente estesa nel regno vegetale; e *Nägeli* dipoi distinse una divisione in cui pigliava parte tutto il contenuto ed un'altra nella quale s'interessava soltanto parte di esso. Contemporaneamente non mancarono osservazioni analoghe nell'Istologia animale. *Reichert* aveva osservato nell'uovo delle rane la segmentazione del contenuto, la produzione perciò delle sfere embrionali e la metamorfosi dello stesso in cellule del sangue, cellule epiteliali, fibre muscolari ed altri elementi. Dimostrò inoltre insussistente la presenza di una sostanza intercellulare amorfa tra le cellule del germe ed in conseguenza combattè la possibilità che da essa si poteva ottenere una nuova formazione. Con tutte queste bolle osservazioni, però, *Reichert* avrebbe poco pesato in favore della dottrina della moltiplicazione cellulare, giacchè questo scienziato mostrò poca o nessuna fermezza di opinioni. In effetti mentre da una parte riferiva le predette osservazioni ammetteva dall'altra la genesi di cellule sangui-

gne dalle vescicole del tuorlo dell'uovo di pulcino, che non sono affatto elementi cellulari; e ciò che è anche più rimarchevole, giunse più tardi a stabilire una nuova teoria cellulare ripetendo sino ad un certo punto la dottrina di Schleiden e di Schwann. Secondo lui adunque per lo sviluppo cellulare si sarebbe nell'interno della cellula madre depositato un blastema finamente granuloso che avrebbe primo costituito il nucleo ed indi la membrana cellulare!

Più peso s'ebbero le uniformi e moltiplicate osservazioni di Remak sia nel campo dell'embriogenia che dell'anatomia patologica. Oltre della segmentazione dell'uovo, egli fece verosimile una divisione continua delle cellule blastoderliche. Scovri di poi la divisione totale delle cellule sanguigne embrionali, dell'epitelio, del tessuto germinativo ce., e combattè l'opinione di considerare la sostanza intercellulare della cartilagine e del tessuto germinativo come un citoblastema, colla facoltà cioè di formare nuclei e cellule. Giunse da ultimo alla generale conclusione che molto probabilmente tutte le cellule animali e i loro derivati provengono dalla divisione continua delle cellule prodottesi per segmentazione del vitello. Questa continua divisione delle cellule si estende allo stato sano ed al malato e le cellule neoformate dei tumori non proverrebbero da un citoblastema extracellulare, ma sibbene dagli elementi preesistenti del tessuto e dell'organo malato. Giovanni Müller confermò sempre più questa dottrina nei casi patologici nel suo rimarchevole lavoro sulla organizzazione dei tumori (1). Dietro queste significanti conquiste e dopo questi notevoli predecessori è comparso Virchow, il quale ha sempre più confermato la dottrina dello sviluppo continuo e colle sue immense osservazioni di istologia patologica ha ribadito sempre più una legge ed ha saputo formularla nell'*omnis cellula e cellula*, apoftegma che oggi è la base dell'istologia.

III.

È rimarchevole il parallelo tra la storia della dottrina cellulare e quella della genesi dei corpi viventi. Aviamo farne un rapido cenno, giacchè se ne possono confrontare gli errori, e si possono met-

(1) Ueber den Bau der Geschwülste, 1840.

tere con assai giustezza a proflitto i progressi dell'una per l'avanzamento dell'altra.

A parte il gran numero di quegli animali che molto visibilmente si riproducono per parenti, ve n'era una schiera la cui produzione restava un problema, giacchè comparivano subito che un cadavere, od un pezzo di carne restava all'aria (*genesis equivoca*); l'osto che una piaga fosse restata scoperta; o pure si trovavano parassiti nel tubo intestinale e negli organi annessi, ed anche in altri punti. Per la genesi di questi gli antichi immaginavano che la materia degli organismi superiori in decomposizione si aggregava in forme più semplici, e dalla carne del bue ne sorgevano le api e le mosche d'ogni sorta; o pure ritenevano che i vermi ed altrettali si creavano di tutto punto da particolare aggregazione delle sostanze minerali (*genesis primitiva o spontanea*) o da una materia esterna, dalla materia organizzabile, la cui esistenza si è ammessa per lunga pezza anche nel secolo nostro. *Aristotile* poté formulare una legge, secondo la quale « ogni corpo umido che si dissecca e viceversa ogni corpo secco che si fa umido produce animali, purchè sia suscettibile di nutrirla ». (1)

L'immortale *Redi* con esperienze molto rigorose provò che i vermi che si producono su corpi organizzati in putrefazione sono il risultato dello sviluppo delle uova di mosche da queste depositate. *Fallisnieri* di poi avvalorò i corollarii di *Redi* dimostrando con esempi abbastanza numerosi che gli insetti che si trovano nelle frutta sono anche il prodotto di uova quivi depositate. Infine *Svammerdam* colle sue osservazioni sulla genesi delle api, sullo sviluppo dei cinipidi che albergano nelle galle, e di altri parassiti, e *Reaumur* coi numerosi suoi lavori generalizzarono sempre più i primi dati di *Redi* e contribuirono ad avvalorare l'apoteigma di *Hervey*: *omne vivum ex ovo*, che era certamente la condanna della generazione spontanea e primitiva per l'aggregazione particolare in esseri di sostanze minerali o della genesi equivoca di esseri per lo sviluppo di una problematica sostanza organizzabile o per l'aggregazione in esseri più semplici di un organismo superiore in putrefazione.

(1) L'esagerazione di questo principio arrivò a tanto che a furia di emettere ipotesi si giunse a colossali stravaganze. Il P. Kircher, un erudito del secolo XVII assai versato nella storia naturale, non si peritò di assicurare che la carne di un serpente disseccata e ridotta in polvere, poscia seminata ed inaffiata dalla pioggia produceva dei vermi, che ben tosto si trasformavano in serpenti!

La quistione sarebbe qui finita se verso la fine del secolo XVII *Leuwenhoek* non avesse scoperto gl' infusorii , che a milioni si sviluppavano nell'acqua piovana che era stata un certo tempo all'aria, e meglio nelle infusioni di sostanze vegetali come ad es. il fieno. Con siffatta scoperta le antiche dispute si rianimarono , si tornò di nuovo all'eterogenia o alla genesi spontanea , e gli infusorii erano per la più parte degli scienziati il prodotto dell'organizzazione della materia bruta o della materia morta. Non mancò però chi avesse pensato che anche questi piccoli animaliculi dipendevano da germi preesistenti generati da altri animali e sospesi nell'aria in mezzo al polviscolo d'ogni sorta che continuamente l'impregna ; ed un altro italiano , non meno celebre del *Redi*, fu quegli che diede il valore di un fatto sperimentale a questa felice ipotesi di qualche felicissimo scienziato. *Spallanzani* partendo dal fatto, da lui stesso messo fuori dubbio , che nessun germe vivente resiste all'azione più o meno prolungata dell'ebullizione, e sospettando che i germi che si sviluppano nelle infusioni vi sono trasportati dall'aria, stabilì di sottoporre all'ebullizione in diversi recipienti differenti infusioni organiche per distruggere in esse i germi che si fossero già depositate e di riparare poi più o meno compiutamente i recipienti dall'accesso dell'aria. Da esperienze così logicamente condotte risultò che gl'infusorii si sviluppavano tanto meno per quanto più ermeticamente erano turati i recipienti. *M. Schultze*, *Milne-Edwards*, *C. Bernard* e finalmente *Pasteur* hanno sempre più confermate le conclusioni di *Spallanzani* e quel che più colle identiche esperienze soltanto un po più perfezionate. Quando in un tubo di vetro si mette sino alla metà del suo lume un infuso qualsiasi , si tura ed indi si sottoponga all'embullizione, non ci è tema di vedere sviluppare un solo animalucolo per quanto tempo lo si voglia conservare. Lo stesso accade se si riempie tutto, o pure, se anche si resti aperto, si faccia giungere l'aria soltanto a traverso l'acido solforico, o per un tullo di ferro rovente , entrambi mezzi questi che ne distruggono i germi. *Pasteur* ha potuto fino dimostrare che l'aria stessa quando è purificata è antiputrida, ed ha conservato per anni non solo infusioni di sostanze organiche, ma liquidi animali (sangue, latte, urina) abbastanza complessi sia che l'ha salyati interamente dall'aria, sia che vi abbia unita un'aria rigorosamente purificata. Tutto ciò basta per i più a provare che la genesi degli esseri in

tutta la sua estensione avviene nell'istesso modo, sempre cioè per filiazione. Un animale o un vegetale dipende sempre da un altro essere omologo il quale si riproduce all'infinito. L'*omogenia* è il solo modo di generazione possibile, e l'*omne vivum ex vivo* abbraccia ed esprime la legge della generazione degli animali.

In conclusione la dottrina cellulare e l'*omogenia* animale, a parte il tempo, hanno avuto l'istesso corso, hanno dovuto sormontare gli stessi ostacoli e sono finite coll'identica soluzione. Ogni cellula che si produce proviene da un'altra cellula, come ogni nuovo animale che si genera ne presuppone un altro. Di qui si attinge maggior forza per sostenere entrambe e per ritenerle vere, e più lampante riesce la prova della cecità di coloro che tuttavia credono o difendono una genesi spontanea cellulare ed animale. Ha ragione il *Milne-Edwards* di paragonare questi scienziati a quelle popolazioni selvagge dell'isole del Grande Oceano che, ignoranti dell'esistenza di altri popoli e dei mezzi portentosi di questi per la navigazione, hanno creduto che fosse caduto dal cielo o scaturito dal fondo del mare quell'infelice naufrago che la combinazione ha gettato sulle sponde delle loro marine.

IV.

La *scissione*, la *gemmazione*, l'*endogenia* e forse anche la *fusione* o *zigosi* sono i diversi modi di moltiplicazione cellulare. Non ancora se ne conosce la ragione intima e la causa determinante. Una condizione sola pare che sia generalmente indispensabile e si è, a così dire, l'iperassimilazione che va sotto il nome di *turgore* cellulare, e che i patologi chiamano meglio nella flogosi *turgore torbido*. In questo stato la cellula assorbe più materiale nutritizio, se l'assimila in corrispondenza, s'ingrossa, diviene meno trasparente, passa in uno stato di tensione e quindi in efflorescenza.

A. La *scissione*, anche detta *moltiplicazione scissile*, è quel modo particolare di moltiplicazione mercè cui ogni cellula si divide in due parti uguali, ciascuna delle quali diviene esattamente simile alla cellula madre o primitiva. Ecco come decorre l'atto in un elemento con tutti i possibili attributi cellulari morfologici. Il nucleo s'ingrossa e si divide, e le due porzioni che ne risultano si allontanano tra essi e si portano verso i due estremi del nu-

ciclo il quale corrispondentemente si allunga. Indi questo comincia a restringersi o strozzarsi nel suo mezzo sia da un lato solo che da entrambi, e tutta la cellula nello stesso tempo si schiaccia ed alla sua volta si allunga. Il nucleo intanto si divide completamente in due parti ed i due nuclei che ne risultano a simiglianza dei nucleoli si allontanano e si portano negli estremi della cellula, la quale si comincia a strozzare nel mezzo sino a che si divide completamente in due cellule. Lo strozzamento può farsi su tutto il contorno cellulare, o pure può compiersi da un lato solo. S'immagini ora che le due cellule si suddividono e così quelle che ne succedono all'infinito, si ha che una cellula sola genera una progenie infinitamente numerosa. Un esempio splendido di scissione si ha nei globuli sanguigni del feto secondo l'osservazione di *Remak*, e nello stato adulto nella cartilagine ed anche nelle glandole linfatiche. Questo è il modo più diffuso di moltiplicazione nello stato sano, sia che gli elementi cellulari siano completi sia che vengano rappresentati da nuclei.

■. La *gemmazione* o moltiplicazione *a bottoni* si fa per emissione, come si direbbe, di *gemme* o di *processi* più o meno lunghi o più o meno arrotondati secondo la configurazione degli elementi con cui si ha a fare; gemme o processi che poi a poco a poco si sviluppano sino alla formazione completa di un elemento simile a quello da cui si partivano.

Sino a qualche anno fa l'esempio della gemmazione in Istologia veniva dato dalla moltiplicazione dell'uovo del *Gordius* e dall'evoluzione della *Venus decussata*. «Nella cellula che è sul punto di produrre dei rampolli per divisione del suo nucleo, nasce una gran quantità di nuclei giovani, che situandosi contro la membrana della cellula la premono e la spingono innanzi. Nascono perciò delle sporgenze a forma di bottoni, che si sviluppano come porzioni arrotondate della cellula madre, e si separano nodipoi come cellule figlie per strangolamento. Il prolungamento che l'unisce alla cellula madre si assottiglia di più in più, sino a che il bottone si separa dal suolo materno.» (*Leydig*). Però questo modo è più una varietà di scissione che una gemmazione propriamente detta.

Altri esempi si hanno nei fermenti del lievito di birra, nella formazione delle uova di nematodi (*Meisner*), e nella formazione di gemme nel germe di certe uova oloblastici (*Stricker*).

Un migliore esempio perciò lo danno i *capillari*, i quali secondo le ultime conquiste è riferite a suo luogo (1) si moltiplicherebbero quasi generalmente, se non proprio esclusivamente, per *gemme* o *bottoni*. Nel punto ove il capillare deve allungarsi comparisce un' *eserescenza* quasi una dilatazione aneurimastica la quale a poco a poco cresce sino a riunirsi con altri prolungamenti simili, e così si allungano e si moltiplicano i capillari. Talfiata tra un capillare ed un altro si è sviluppato soltanto un prolungamento molto sottile che comincia imbutiforme ai due estremi mercè i quali è in connessione coi capillari. Da questi punti gradatamente questo tramezzo si dilata sino a che le dilatazioni progredendo dai due lati s'incontrano e si fondano, e così il capillare resta formato. Si presta bene per l'osservazione di questo modo di riproduzione la coda dei girini di rana.

C. L' *endogenia*, o moltiplicazione *endogena*, è la scissione della cellula all'infuori della parete, la quale resta intatta per un certo tempo ed abbraccia e comprende in sè quindi i prodotti o i figli della scissione del nucleo e del protoplasma.

Vi ha due modi di endogenia.

Nel primo la scissione si limita al nucleo, e quindi dopo ripetuta divisione dello stesso la cellula diviene polinucleata, ed in corrispondenza s'ingrandisce. Si vuol trovare un esempio di questo modo di endogenesi nei *mieloplassi* o *placche mieloplastiche* (*Robin*) della midolla della ossa. I tedeschi le chiamano cellule gigantesche, ed in effetti giungono a delle notevoli proporzioni. Si trovano nella midolla delle ossa nel periodo fetale singolarmente, ed in produzioni patologiche non rare, come sarebbero i mieloplastomi, gli epulidi ecc. Un altro es. si avrebbe nella moltiplicazione dell'uovo degli insetti, nella produzione di pus nelle cellule epiteliali, ritenuta da *Beale* come una endogenia, da *Remak* come una scissione, e da *Volkman* e *Steudener* come un' invaginazione.

Nel secondo la scissione si estende anche al protoplasma ed in questo caso si ha la così detta segmentazione. Il più notevole esempio lo dà l'uovo, il quale come primo fatto della fecondazione presenta appunto la segmentazione del vitello. La vescicola germinativa si divide in due come nella scissione, ed i due nuclei

(1) Vedi Lezioni VII ed VIII.

che ne risultano si portano verso la periferia del vitello. Indi questo comincia a restringersi sino a strozzarsi e dividersi in due masse o in due globuli ognuno dei quali con a centro un nucleo. La divisione dei nuclei e quindi dei globuli continua successivamente finchè tutta la cellula-uovo si riempie di numerose cellule figlie dette propriamente *sfere di segmentazione*, le quali mancano di parete. Vi è stata un' accanita discussione per determinare se è proprio la vescicola germinativa che si divide nella segmentazione o pure se è il nucleo che compare come prodotto di nuova formazione dopo la scomparsa della vescicola germinativa; e si è pure molto discusso se la parete del vitello piglia parte alla segmentazione nel senso di *Remak*, cioè se accompagna lo strozzamento del vitello per quindi ritirarsi alla periferia. Ma noi qui non vogliamo entrarne a parlare, giacchè ci obbligherebbe ad entrare in minuti particolari che non si appartengono ad una trattazione generale come questa.

La segmentazione può essere *totale* o *parziale*, cioè può tutto il vitello segmentarsi o soltanto parte di esso. Nei mammiferi, batraci e nella più parte degli invertebrati è totale. Al contrario, negli uccelli, rettili, nella più parte dei pesci (ad eccezione del *Petromyzon* in cui il processo è totale) in molti invertebrati, cefalopodi, crostacei, aracnidi, insetti, è parziale. In questo secondo caso il vitello, che non si divide, serve alla nutrizione degli elementi anatomici che si producono nell' altro, e *Reichert* perciò ha distinto il vitello in due parti: l' una che è il *giallo di formazione* e l' altra il *giallo di nutrizione*. *Remak* chiama *oblastematici* gli animali con uovo a segmentazione totale, e *meroblastematici* quelli con uova a segmentazione parziale.

L' endogenia è un modo di moltiplicazione molto limitato nelle condizioni normali. Oltre la segmentazione dell' uovo e la nucleazione dei microplassi e limitatamente anche dei leucociti, si troverebbe appena un altro esempio. Prima si citava comunemente la cartilagine come quella che presentava spiccatamente la moltiplicazione endogena; ma ciò era erroneo, giacchè si prendeva per parete cellulare il principio della sostanza intercellulare o la così detta capsula, e quindi si giungeva alla conclusione che la scissione interna delle cellule cartilaginee avveniva per endogenesi.

Molto più estesamente si è osservato nelle neoformazioni pato-

logiche; se non che oggi si tende a dimostrare che anche qui è meno estesa di quello si pensasse. Non pochi fatti di endogenesi, come ad es. la formazione di pus dalle cellule epiteliali, sono riferiti a un modo di comportarsi dei leucociti del pus colle cellule epiteliali, cioè a dire in altri termini che quelli possano invaginarsi in questi o possono essere mangiati dalla cellule epiteliali analogamente a quanto avviene ai globuli rossi del sangue nella milza che sono mangiati dai leucociti o dalle cellule bianche della polpa. Del resto è un argomento che merita studio tuttavia.

D. Da ultimo la *fusione o zigosi cellulare* io credo metterla come possibile fra i modi di riproduzione nell'istologia animale. Ormai è assicurato che molte specie d'infusorii così si riproducono. Cioè a dire: « due Infusorii s'incontrano nel loro corso vagabondo, si riuniscono, s'investono quasi colla loro parte anteriore, indi si fondono in tutta la loro lunghezza e non formano più che una massa omogenea. Questa si circonda di un involuopo trasparente (parete), e lascia vedere quattro corpi oviformi che si sono sviluppati dalla massa unica anzidetta. Bientosto l'involuppo si lacera, i corpi oviformi scappano, e come certi granzi aspettano forse degli anni pria di trovare le condizioni necessarie al loro sviluppo. Allora germinano, l'infusorio si designa, s'ingrossa rapidamente e, divenuto adulto, riprende le sue corse capricciose alla ricerca di qualche altro infusorio della sua specie, a cui unirà il suo destino. » (*Mouquin-Tandon*). Seguendo lo sviluppo del *Kopoldia cucullus* O. E. Muller si ha l'esempio forse il più splendido di questa varietà di riproduzione.

Questo stesso modo non è improbabile che si avveri anche nella riproduzione cellulare, ed un esempio splendidissimo forse l'abbiamo nella riunione del zoosperma coll'uovo, connubio che è l'inizio della fecondazione. Se non che la fusione non sempre finisce colla moltiplicazione, e può arrestarsi al primo stadio soltanto, cioè alla fusione. Certi celluloni non ripeterebbero che da ciò il loro sviluppo.

V.

E siamo arrivati alla parte pratica o d'applicazione della fase riproduttiva, cioè a dire: *in che maniera si rinnovino le cellule nei tessuti.*

Fino a quattro anni fa si riteneva (ed era facile a non pensare ad altro col trionfo della dottrina cellulare) che le cellule precisi-sienti in un tessuto o in un organo, mere la loro proliferazione, si moltiplicavano e servivano quindi alla sostituzione di quelle che si perdevano per la funzione, e quando erano in eccesso erano impiegate all'accrescimento del tessuto o dell'organo.

Ma dimostrata che fu la rete dei canali *umoriferi* del tessuto germinale e dei congiuntivi, e scoperte le cellule germinali ameboidi, le quali potevano migrare e portarsi da un punto ad un altro, si pensò che le cellule, che numericamente si accrescono in un punto, non solo sono il prodotto della proliferazione di quelle che già ivi si trovano, ma possono anche provenire dall'afflusso delle cellule ameboidi dei luoghi circostanti. La possibilità divenne fatto, quando per esempio dopo d'aver irritata una cornea di rana col nitrato di argento e sottoposta poscia al microscopio nella camera umida si videro locomuoversi i corpuscoli che si trovavano nella cornea e da un punto portarsi ad un altro, sino anche ad arrivare alla superficie attraverso lo strato epiteliale. Maggiormente si avvalorò di poi quando soltanto per irritazione dell'aria atmosferica, si trovavano numerose cellule ameboidi su un punto del corpo della rana denudato, e quando si diede uno sguardo alle numerose neoformazioni patologiche delle sierose; neoformazioni che non si potrebbero spiegare per la proliferazione degli elementi del luogo, giacchè non si trovano in quell'attività proliferativa nella quale pur dovrebbero essere per poter dare quelle produzioni. In conseguenza a giudicare bene i fatti di moltiplicazione cellulare bisognava calcolare non solo la proliferazione quanto l'emigrazione o l'accorrere di cellule da luoghi vicini. Quindi gli elementi affluivano sulle superficie della cornea, su quella delle sierose, delle mucose ec., dal tessuto germinale sottostante. Un dubbio però restava a sciogliere, ed era: le cellule migranti sono proprio ed esclusivamente quelle del tessuto germinale o pure possono avere altra sorgente? Fu preziosa l'osservazione di *Stricker* colla quale si scoprì che la parete dei capillari era da tanto da permettere il passaggio dei globuli del sangue senza lacerarsi; ma sia che compariva come una prova in un lavoro che aveva altro per scopo, o perchè non stava nell'ordine dell'idee dominanti, fu un fatto che restò con quei pochi scienziati che lessero il lavoro originale di *Stricker* sulla struttura dei

capillari. Un anno dopo soltanto (1867), però, *Conheim* con un lavoro su un argomento che interessa i più, con esperienze ben condotte sulla flogosi, n' ha fatto tanto rumore che dopo 6 mesi appena dalla prima divulgazione in Germania non credo vi sia restato non solo uno scienziato ma anche un pratico che si rispetta che ne sia restato all'oscuro. Si è saputo di poi che il *Waller*, ottimo osservatore inglese, sin dal 1846 aveva vista la fuoruscita dei leucociti dai vasi nella lingua della rana, leucociti che andavano a rappresentare i globuli purulenti nell' infiammazione.

Conheim col suo lavoro ha voluto provare che i leucociti, che affluiscono in un punto ove vi è infiammazione, provengono dal sangue ed escono dal torrente circolatorio sia a traverso i capillari che delle piccole vene. Le prove che *Conheim* porta in suo appoggio sono le seguenti: data una cornea di rana irritata, cogli altri fatti, che qui non c' interessano, si ha un accumulo di cellule ameboidi che si distendono su una linea dalla periferia della cornea al punto irritato, che supponiamo centrale. Sulla provenienza di questi leucociti ora si possano fare tre supposizioni: 1) o dipendono dalla proliferazione dei corpuscoli corneali, 2) o dalla migrazione degli stessi e di quegli della sclerotica, 3) o dall'affluenza di corpuscoli di parti vicine che l' invierebbero a traverso l'umore acqueo. Cade la prima supposizione, giacchè i corpuscoli corneali contrariamente alle osservazioni di *His*, di *Virchow* ecc. si è visto che non proliferano. Cade in parte la seconda, cioè per quanto essa riguarda la provenienza di leucociti dalla sclerotica, imperocchè questa nella rana è cartilaginea. In fine si prova anche insussistente la terza per dirette e contrarie osservazioni. Resterebbe quindi plausibile la sola affluenza dei corpuscoli mobili corneali, ma però questi non sono affatto in sì gran numero, anche ammessa la loro migrazione, da poter dare tutti i leucociti che giungono ad affollarsi nei punti irritati. Per analisi di esclusione adunque si arriva alla supposizione che possano provenire dal sangue dei vasi vicini. E questo precisamente è quello che *Conheim* ha messo fuori dubbio col seguenti esperimenti.

Giovandosi questo acuto sperimentatore dei mezzi che oggi si posseggono di cercare i leucociti, in quanto che questi mangiano a così dire granuli di sostanze colorate (bleù di anilina, carminio, cinabro ec.) e possono perciò restare quasi bollati dall'introduzione in essi dei granuli colorati, ha iniettato del bleù di anili-

na precipitato nel sangue della rana, sulla cui cornea produce gli stessi fatti cennati dianzi mercè l'irritazione col nitrato di argento. Se ora i leucociti che affluiscono nella cornea sono quelli del sangue emigrati devono riconoscersi ai granuli di anilina di cui quelli sono già impregnati. L'osservazione dimostra precisamente che i leucociti accumulati sono tutti mercati. Ma *Conheim* ha fatto anche di più. Su rane in cui aveva già praticata l'iniezione di anilina del sangue e che aveva leggermente currizzate appunto per immobilizzarle, ha messo fuori il mesenterio e con adatto congegno l'ha sottoposto al microscopio. L'aria sola è sufficiente a determinare sullo stesso un'irritazione e profittando della sua trasparenza, *Conheim* ha potuto essere spettatore del viaggio sì dei leucociti che dei globuli rossi dai vasi nelle parti circonvicine. Adunque i leucociti, in generale i globuli del sangue possono emigrare dal torrente circolatorio a traverso le pareti delle sottili vene (passano soltanto i leucociti) e dei capillari (sono attraversati dai leucociti e dai globuli rossi). In sì breve tempo le osservazioni e le esperienze si sono tanto moltiplicate sull'argomento che ora mai può dirsi di essere stato quasi generalmente accettato. Si è anche dimostrato che questa migrazione è reale anche nei mammiferi per esperienze sui conigli, ed io stesso ho potuto trovare nei cani leucociti del sangue impregnati di molecole di carminio sulle superficie del corion cutaneo nei punti ove io aveva prodotta una vescicazione, ma di questo più dettagliatamente dirò appresso in occasione della nutrizione degli epitelii. Sicchè la fuoriuscita dei globuli dei vasi è oggimai un fatto e diciamo dippiù, generalmente accettato; ma non è del pari generalmente ed uniformemente intesa l'estensione che deve darsi a questa migrazione nei fenomeni morfologici del processo su citato.

Conheim seguendo la via di tutti coloro che hanno dovuto divulgare o proprio stabilire un principio, cioè la via dell'esclusivismo, crede che unica sia la sorgente di tutte le cellule germinali inservienti al processo formativo nei tessuti, la migrazione dei leucociti dal sangue. Nè mancano altri osservatori che lo appoggiano in questo, giacchè con ultimi lavori sulla neoformazione e rigenerazione del tessuto muscolare si è voluto provare che nessuna parte pigliano i corpuscoli germinali del luogo ed i nuclei del sarcolemma a questi fenomeni riproduttivi, ed in cambio tutto sarebbe disimpegnato dai leucociti del sangue.

Però non mancano altri lavori, ed abbiain ragione di credere più fondati, che dimostrano tuttavia reale la migrazione dei leucociti proprii del tessuto germinativo. In effetti nel laboratorio del *Reklinghausen* a Wurzburg si è dimostrato che su cornee, tenuto vive e separate dall'occhio e quindi dai vasi, si è avuta una estesa migrazione dei loro corpuscoli in seguito ad irritazione. Io credo di portare il seguente fatto di anatomia patologica in appoggio dell'asserto. Ebbia fare, alcuni mesi or sono (scriveva nel 1867), numerosi preparati su una cornea proveniente da un occhio di bue con profonda oftalmite. La stessa portava un'estesa suppurazione nell'epitelio senza interesse dello strato superficiale e dello strato profondo o primo di questo: era quasi una camera piena di pus scavatasi nell'epitelio. Or bene in tutti i tagli che io osservai, alcuni dei quali pur tuttavia conservo arrossati al carminio e messi nel balsamo del Canadà, non potei osservare un solo corpuscolo corneale nè avvanzi di sorta, sì che non si poteva sospettare che s'orano distrutti. Ciò era notevole tanto più che nelle membrane dell'occhio vi era tale un accumulo immenso di leucociti che non si notava altro all'ispezione microscopica: fin nell'umor vitreo se ne trovavano in una certa abbondanza, siccome ho di già riferito (1). Or che era stato dei corpuscoli corneali? È lecito il ritenere che se n'erano *fuggiti* dai loro nidi per andaro ad accrescere le legioni dei corpuscoli purulenti nella camera intraepiteliale anzidetta. In conseguenza a me pare che secondo quello che osserviamo nella cornea dobbiamo tener calcolo nella migrazione anche dei corpuscoli proprii del tessuto germinale.

Da ultimo non si deve trascurare la parte che ha nella fase riproduttiva di un tessuto la proliferazione degli elementi preesistenti. Lasciando da banda i numerosi esempi che potremmo improntare all'anatomia patologica, ne portiamo uno che valo per tutti, cioè quello che abbiamo nella nutrizione della cartilagine. In questa evidentemente vi ha scissione delle sue cellule che già esistono incapsulate, e non vi è ragione di poter negare la proliferazione degli elementi proprii in tanti altri tessuti.

In conclusione le cellule si rinnovano nei tessuti per affluenza dei leucociti del sangue, per quelli proprii del tessuto, e per la proliferazione degli elementi preesistenti. *Virchow* non riconosceva

(1) Riscu ntri le Lezioni IX e X.

che quest'ultimo modo, e la proliferazione è la base delle sue dottrine; *Reklinghausen* suo discepolo e coadjutore vi aggiunse il secondo; e finalmente *Conheim* successore di *Reklinghausen* al posto di coadjutore presso il Patalogo di Berlino vi ha aggiunto il terzo. Il terzo modo però, cennato primo tra i tre, è quello da tenersi in maggior conto, di modo che il sangue non solo dà ai tessuti gli elementi chimici ma altresì i morfologici per la loro nutrizione.

Questo che io scriveva tre anni dietro sulla parte che pigliano la migrazione dei leucociti del sangue, quella delle cellule semoventi e la proliferazione delle cellule preesistenti sul luogo, è anche più vero oggi giacchè si sono avute alcune osservazioni di anatomia patologica per es. sulla proliferazione dei globuli purulenti e dei corpuscoli corneali che hanno riconfermato i fatti di proliferazione e non l'hanno quindi esclusa come voleva *Conheim* dai modi di moltiplicazione cellulare. Però non so che ci siano altre osservazioni più concludenti di quelle fatte sotto la direzione di *Reklinghausen* e dell'altra fatta da me per tenere in debito conto la migrazione delle cellule ameboidi del tessuto germinale. È da sperare che una volta tanto presso noi si cominci un po' a leggere le cose patrie per non incorrere nella leggerezza di strombettare novità su pei giornali intorno a cose che già si sono apprese nelle scuole.

Avrei qui finito se non volessi rispondere ad un'obbiezione poco sennata che silenziosamente mi giunge all'orecchio. Ma voi in quest'ultima parte avete sbazzata la storia dell'inflamazione in fisiologia, in cambio di continuare a discorrere della fase riproduttiva del processo nutritivo?!

Ed è proprio così: io mi sono servito degli ultimi progressi in questo importante argomento della fisiopatologia; ma non perciò io credo di aver parlato d'altro che di nutrizione, giacchè la flogosi non è in ultima analisi che una nutrizione tumultuaria. Chi non sa comprendere questi legami, disgraziatamente per lui, bisogna dire che è tuttavia estraneo a quella grande verità che l'organismo malato è *fondamentalmente* lo stesso del sano.

LEZIONE XIX.

SOMMARIO — Le varie condizioni che influiscono sul processo nutritivo — L'attività dei processi funzionali — La vascolarizzazione — L'innervazione — L'età dell'animale — La classe zoologica a cui questo appartiene — La temperatura, il clima, l'alimentazione — Il cloruro di sodio, l'arsenico ed altri agenti, il processo nutritivo considerato nei singoli tessuti ed organi. Avvertenza pel processo funzionale. Cause e processi che portano a morte i tessuti.

I.

L'attività dei processi funzionali, la vascolarizzazione di un tessuto e di un organo, il loro sistema nervoso, l'età dell'animale, la classe zoologica a cui questo appartiene, la temperatura, il clima, l'alimentazione, certi agenti come il cloruro di sodio, l'arsenico ecc. influenzano variamente il processo nutritivo. Per quanto le conoscenze attuali lo permettono io passo a farne un breve esame.

II.

È cosa facile a comprendere l'azione dei processi funzionali sulla nutrizione. Essendo essi il prodotto dell'attività del protoplasma o pure anche di tutta la cellula, ed importando consumo di sostanza limitato sia al solo protoplasma, o pure esteso a tutta la cellula, dev'essere di ragione la sostanza di questi sostituita, perchè si mantenga integra la costituzione dei tessuti e degli organi. Si ha un esempio del consumo del solo protoplasma nelle fibre muscolari; mentre le cellule glandolari, e sia quelle delle glandole sebacee e lattee o pure delle pepsiche, del pancreas ecc. danno l'altro del consumo in sostanza della cellula, giacchè ad onta che è il protoplasma quello che specifica la secrezione, ciò non pertan-

to nei casi citati la cellula tutta si dissolve nel prodotto secretivo glandolare. Da ciò che precede si rileva inoltre che non in tutti i punti si bilanciano le due fasi del processo nutritivo: può darsi, e se ne sa oramai l'esempio, che la fase assimilativa predomini sull'altra, ecc.

Ad ogni modo il bisogno di riparare alla perdita incita ed attiva la nutrizione, e quando vi è in corrispondenza un abbondante liquido nutritivo, essa non solo mantiene l'integrità dei tessuti e degli organi quanto ne li accresce nel numero e, fin dove è possibile, nel volume dei rispettivi elementi.

È ovvia l'osservazione che l'animale come l'uomo che lavora è meglio nutrito di quello che mena vita riposata; la regione del corpo che più di un'altra è in esercizio dopo tempo è meglio nutrita della corrispondente o pure delle rimanenti parti del corpo; l'animale che muore d'inanizione, benché sottoposto a quel generale processo di esaurimento, pure può presentare men denutrita delle altre quella parte che si è mantenuta in esercizio ed in funzione. Non altrimenti si deve spiegare quella perdita insensibile del sistema nervoso negli affamati: in mezzo a quella lenta morte a cui in sì tristi circostanze è condannato l'organismo, una sola cosa veglia e si conserva fino alla distruzione: ed è la coscienza, la quale importa esercizio del cervello ed in generale di tutto il sistema nervoso. Egli è perciò che questo sino all'ultimo si continua a nutrire delle sostanze degli altri organi.

La vita libera e selvaggia è, fra l'altro, per l'istesso fatto più vantaggiosa della schiavitù per gli animali domestici e molto di più quando questa non è diretta dai buoni precetti dell'igiene e dell'economia zootecnica. L'uomo delle campagne, il soldato, il lavorante ec., quando son bene alimentati, sono meglio assai nutriti di chi mena vita sedentanea anche in mezzo agli agi ed alle comodità. Per le identiche ragioni le popolazioni primitive e quelle belliche dei secoli posteriori sono state assai più forti delle popolazioni dei giorni nostri singolarmente di quelle che, per badare troppo allo spirito, hanno avuto in dispregio i giuochi ginnastici e cose simili che avrebbero riavvigorito il corpo.

Il molto esercizio per essere proficuo bisogna che sia accompagnato da un corrispettivo introito. Diversamente, e se ne capisce la ragione, può essere noieivo. Fra gli introiti oltre gli alimenti, l'ossigeno ec., bisogna tener calcolo del riposo. Questo solo basta

fino ad un certo punto a ristorare le forze, quasi permettendo alle molecole degli elementi anatomici di ripigliare il proprio posto, disturbate che erano state dall'esercizio. Ma però il riposo non dev'essere molto prolungato; non deve tramutarsi in una mancanza assoluta o quasi assoluta di esercizio, come accade per famiglie muscolari di certe regioni che per condizioni patologiche sono condannate all'immobilità; giacchè allora i tessuti e gli organi si denutriscono.

III.

La vascolarizzazione maggiore o minore di un tessuto e di un organo può influire sul processo nutritivo per la maggiore o minor quantità di sangue che in essi fa giungere.

Si comprende di qui che, sia quando si è parlato di solo sangue, sia quando si è parlato di vasi per la loro importanza nella nutrizione, si è sempre voluto intendere la stessa cosa, il contenuto di questi cioè: il sangue. Gli antichi umoristi si spiegavano la nutrizione di un organo non altrimenti che come l'effetto di una coagulazione od un rapprendimento del sangue (1), il quale si versava liberamente negli organi e li percorreva a traverso solchi che esso stesso si scavava nella sostanza di questi; e si supposeva che il sangue poteva straripare da tutti i punti di questi canali creandosene altri per cui potere bagnare e compenetrare tutte le particelle organiche di un organo. Ma *Malpighi* aveva già scoperto i vasi capillari (2); l'aveva ritenuti a pareti proprie ed amorfe ed incaricati a stabilire la diretta comunicazione tra le arterie e le vene. *Haller* molto di poi stabilì che la formazione vascolare era il primo punto, almeno il più importante, dello sviluppo embrionale. Il *punctum saliens*, primo accenno del cuore e dei vasi, fu per lui ed i suoi successori il principio dell'organizzazione. In conseguenza d'allora si è ritenuto che ogni organizzazione non poteva prodursi che là ove vi si trovavano vasi.

(1) Da questa credenza provenne fin dai tempi della Scuola Alessandrina il vocabolo *parenchima* (*παρυψμα*, stravasare).

(2) *Malpighi* (1661) li scoprì nel pulmone della rana e li ritenne come le naturali vie di comunicazioni tra le arterie e le vene. Esso così fornì la terza prova dimostrativa della circolazione del sangue, e deve perciò ricordarlo anche per questo lato col *Colombo*, *Cesalpino* e *Carlo Ruini* che furono i primi a dimostrare il corso del sangue.

« Però i vasi non potevano prendere parte alla nutrizione che per quanto forniscono i materiali per formare gli elementi dei tessuti. Questi materiali sono andati sotto il nome di *linfa plastica* (Hunter), *blastema*, *citoblastema* (Schwann) ed oggi *liquido nutritivo*, od anche *liquido parenchimale*. Era dalla linfa plastica che si producevano i nuovi elementi per ricostituire i tessuti, e molto comodamente così si spiegavano tutti i fenomeni nutritivi. « A « seconda, poi, che i tessuti sono forniti o sprovvisti di vasi il citoblastema necessario alla formazione delle cellule, cioè a dire il « liquido sanguigno gli arriva su tutti i punti del loro interno, o « bene lo ricevono solamente alla loro superficie prendendolo allora dalle parti le più vicine che posseggono vasi. Nel primo « caso le molecole che costituiscono i tessuti di un organo vegetano a traverso la intera massa di quest'ultimo, e l'organo cresce in ogni senso, per così dire da dentro in fuori; nel secondo « caso la vegetazione non può effettuarsi che in vicinanza dello strato ricco di vasi, ed il tessuto non può crescere che per quanto si producono, a spese del citoblastema, strati di molecole organizzate o di cellule. Si può chiamare il primo modo, accrescimento per *intususcensione*, ed il secondo accrescimento per *apposizione!* » (Müller). Le parti che si sarebbero accresciute per apposizione erano gli epitelii, le unghie, i denti!

Intanto mentre queste idee dominavano nella scienza, un capitolo notevole dell'Istologia di Schwann, accettato dagli Istologi e Fisiologi posteriori, era lo sviluppo delle fibre e dei tubi dalle cellule, e la crescita proprio di queste merca un doppio movimento assimilativo che in esse si compiva. Con ciò in altri termini, per una parte della nutrizione, si veniva ad incentrare negli elementi propri dei tessuti il movimento assimilativo. Questo incentramento, o questa partecipazione attiva degli elementi alla nutrizione si generalizzò sempre più negli scritti di Tiedmann e di Müller, e molto operarono presso noi a divulgarla il Tommasi ed anche il de Martini. Però per quanto fosse stato un concetto esatto ed elevato poco avrebbe profitto alla scienza senza i lavori di Remak e di Virchow. Con questi singolarmente, sviluppatasi e rifermatasi la dottrina cellulare, trionfarono interamente gli elementi anatomici, ed i vasi erano una condizione se non accessoria, almeno non necessaria, imperocchè tessuti senza essi, come il cartilagineo, il glandolare, l'epiteliale ecc. si nutrivano egualmen-

te bene e forse anche più attivamente di quelli che ne andavano provvisti. Questa dottrina oltre l' inestimabile merito di abbattere la dottrina della libera formazione cellulare ha avuto anche l'altro di fare sparire quella forma di nutrizione che i passati fisiologi chiamavano per *opposizione*, giacchè ad onta per es. il corpo mucoso dell'epitelio si ringiovinisce con elementi sottostanti, pure le sue cellule presentano fenomeni nutritivi molto rimarchevoli e crescono perciò in tutti i sensi soffrendo notevoli metamorfosi. Oggi infine, fatta la debita parte agli elementi anatomici del luogo, il sangue non solo dà gli elementi chimici in sostanza ai tessuti, ma altresì i morfologici perchè si nutriscono, e ritorniamo così quasi all'antica idea che il sangue giunto negli organi si rapprendeva! e li nutriva. Intanto, se proprio non si rapprende, si metamorfosa nei singoli tessuti sia pel materiale assimilabile che dà e sia anche per gli elementi morfologici che fornisce. In conseguenza la vascolarizzazione è un dato importante per la nutrizione ed influisce su essa sia direttamente (tessuti ed organi vascolari) sia indirettamente (tessuti ed organi senza vasi).

IV.

L'influenza nervosa non manca nella nutrizione, ma non se ne sa tuttavia intendere il modo d'azione.

Sono vecchie di già le esperienze di Nasse e di Waller colle quali questi fisiologi dimostrarono che, reciso un nervo, tutto il moncone periferico sino alle espansioni terminali viene a degenerare in grasso, mentre il centrale si conserva integro. La degenerazione si effettua più prestamente negli animali a sangue caldo che nei freddi (nei conigli nel termine di 4 a 5 giorni), e secondo *Fasce* « procede in tutto il decorso delle fibre nervose con midollo dalla periferia al centro ». Inoltre si sarebbe dimostrato che le divisioni terminali delle fibre nervose prive di midollo non subirebbero alcuna visibile alterazione; ma però secondo ultime esperienze si prova che la retina in seguito alla recisione del nervo ottico vien tutta a degenerare in grasso, meno il primo strato o membrana di *Iacob*!

Anche più antiche sono l'esperienze sull'ulcerazione della cornea trasparente consecutiva alla recisione del 5°. Si era creduto di dimostrare che le alterazioni nutritive dell'occhio dipendevano

dall'abolita sensibilità, onde l'occhio non avrebbe potuto evitare l'azione irritante dei corpi meccanici contro cui sarebbe urtato o pure che vi si sarebbero soffermati. Di modo che, supplendo a questa insensibilità col coprire l'occhio con una pachte tuttavia a nervi integri come ad es. ripiegando in un coniglio il padiglione dell'orecchio sull'occhio, si sarebbero secondo alcuni evitati questi disturbi nutritivi. Osservazioni e ricerche recenti, però, hanno dimostrato che il globo oculare si altera anche restando sensibile dopo incompiuta lesione del 5° od anche quando è stato riparato dal padiglione dell'orecchio sensibile e ripiegato.

Esperimenti recenti del *Fasce* hanno dimostrato che recisi i nervi di una regione i muscoli della stessa si atrofizzano senza degenerazione grassosa. Il diametro delle fibre muscolari s'impicciolisce a cominciare dal nono giorno dell'operazione sino ad un certo tempo e molto di più nelle regioni inferiori e periferiche che nelle superiori del medesimo ecc. (1)

Questa atrofia sarebbe la diretta o primitiva dello fibre muscolari, e si sviluppa non solo sotto la recisione dei nervi di una regione, ma anche per immobilità della stessa. È notevole che sotto il taglio della midolla spinale mentre le fibre nervose degenerano in grasso le muscolari si atrofizzano primitivamente. Come per i nervi, così anche nei muscoli dopo un certo tempo si avvera un attivo processo di rigenerazione.

Le ossa infine in seguito a paralisi degli arti diminuiscono di peso, si assottigliano nelle loro pareti, in somma anche essi si denutriscono.

Gli arti paralizzati si ulcerano e tanto più presto quanto più è avanzata la paralisi neuroparalitica e quanto più pressione meccanica soffrono contro il suolo od altre parti dure.

In mezzo a questa denutrizione, però, il tessuto germinale germoglierebbe sempre di più, tanto da prendere il posto dei tessuti atrofizzati (2); e sono di già di qualche data le ricerche di *Brauvel* e *Grohn* (3) sugli effetti della recisione dei nervi plantari nei so-

(1) *Fasce L.* Di alcuni processi regressivi dei tessuti, muscolare, nervoso ed osseo. Palermo 1866 p. 27.

(2) *MANTICAZZA.* Note sperimentali sopra alcune alterazioni istologiche dei tessuti che tengono dietro al taglio dei nervi. Pavia 1865.

(3) *GERLITZ's Magazin* 1854 e 1856.

Müller. Lehrbuch der Physiologie der Haussauget. Wien 1862 p. 209.

lipedi e negli altri animali domestici. Nei solipedi ad es. si avrebbe un' attiva neoformazione dei prodotti cornei (unghia , peli), mentre nei cani si osserverebbe il contrario ; e dippiù nei primi la temperatura si eleverebbe mentre nei secondi si manterrebbe stazionaria.

Ora come intendere l'azione del sistema nervoso sulla nutrizione? È essa diretta , cioè a dire , si esercita proprio sul processo assimilativo, onde, quando manca, questo deve diminuire ; o pure è indiretta in quanto la recisione dei nervi paralizza le funzioni per es. dei muscoli, dei rami nervosi stessi ec. e perciò, mancando l'ordinario stimolo fatto dal consumo delle loro parti , la reintegrazione ne resta affievolita o distrutta ?

È certa cosa che l'immobilità produce gli stessi effetti sui muscoli della recisione dei nervi ; ed identici sono quelli che susseguono in qualche organo centrale nervoso in seguito alla distruzione di un organo periferico a cui è legata la sua attività. I lobi ottici o i corpi quadrigemini di un lato si trovano alquanto impiecioliti quando il globo oculare del lato opposto è inattivo sia per alterazioni accidentali , che per lesioni sperimentali. Questo visibile impieciolimento dei lobi lo l'ho avuto spesso ad osservare in individui che per malattie pregresso avevano interamente perduto l'occhio. In conseguenza le atrofie e forse anche le degenerazioni che conseguivano nei tessuti dietro il mancato influxo dei nervi dovrebbe addebitarsi alla paralisi funzionale dei tessuti stessi, o non ad una deficiente azione nervosa che si eserciterebbe direttamente sull'assimilazione. I muscoli ed i nervi degenererebbero perchè immobili e paralizzati , e perciò stesso si atrofizzerebbero le ossa.

A questo modo di vedere non si opporrebbe nemmeno il fatto della vegetazione anzidetta del tessuto germinativo e delle produzioni cornee; giacchè sebbene *Braull*, *Grohn*, *F. Muller* ed altri vi avessero vista la prova di un'azione nervosa inhibitoria sui fenomeni nutritivi di queste parti, onde quando essa è distrutta devono questi aumentare, pure l'accrecimento di nutrizione si può spiegare soltanto per l'afflusso aumentato di materiale nutritivo nelle dette parti. In effetti sia il tessuto germinale che le produzioni cornee, almeno sin'ora, sappiamo che non hanno nervi e per di più sono senza funzioni specifiche: essi vegetano nel vero senso. Ora dato un tessuto vegetante in buone condizioni ed un ma-

teriale nutritivo immensamente accresciuto, come è appunto il caso in questione, imperocchè viene a risparmiarsi tutto quello che si consumava dai nervi, muscoli ec., la nutrizione di quello deve necessariamente aumentare.

Ma com'è che l'osso diminuisce e si assottiglia, mentre risulta da tessuti congiuntivi senza azioni specifiche e senza quindi essere per questo sotto l'azione dei nervi ?

Ciò, a vero dire, forma una pregiudiziale per ritenere nella sua integrità, la conclusione sopradetta; pregiudiziale fatta anche di più forte dai fenomeni d'ulcerazione della cornea trasparente in seguito a lesione parziale del 5° colla conservazione della sensibilità e dall'azione propria e specifica de'nervi e dell'azione propria e specifica dei nervi della glandola sottomascellare sulla natura del prodotto di questa.

Inoltre i predetti risultati sull'azione dei nervi sulla nutrizione si sono ottenuti dopo la recisione degli stessi e dopo quindi l'assenza del loro influxo, sono ben'altri quando i nervi s'irritano e la potologia della cute offre casi di diretta azione dei nervi sulla nutrizione.

In conseguenza egli è dovere di arrestarsi qui, ed attendere dalle conquiste future la risoluzione di questo importante argomento di generale Fisiologia.

V.

Il processo nutritivo non è egualmente attivo in tutte l'età. La gioventù è certamente per esso il periodo più favorevole: l'organismo si accresce notevolmente in tutte le sue parti ed aumenta perciò in tutte le dimensioni. Questo periodo dura sino agli 8 anni nel cavallo, sino ai 5 nel buc, ai 4 nel porco, ed ai 2 nel cane. Le rigenerazioni, le trapiantazioni sono assai più facili in queste età che nelle altre.

VI.

Il processo nutritivo, inoltre, è più o meno esteso a seconda gli animali e la classe zoologica a cui questi appartengono.

Nei mammiferi in generale è molto limitato, per modo che sono possibili soltanto le rigenerazioni dei tessuti, delle produzioni cornee, della lente cristallina, e fra gli organi le rigenerazioni delle ossa, dei dotti glandolari e dei piccoli vasi. Quando è offesa pro-

fondamente una membrana, ad es. la cute, le mucose ec. la ferita viene a cicatrizzarsi ma con un semplice tessuto, e non colla riproduzione in sostanza di tutte le parti e gli organi che prima la costituivano.

Una rigenerazione di parti complesse nei mammiferi è solo possibile nella vita fetale. *Simpson*, per lo meno, ha pubblicato molti casi di amputazione spontanea di un membro in feti umani, e di rigenerazione compiuta dello stesso.

Negli uccelli è del pari limitato. Ma sono però in essi rimarchevoli da lungo tempo le trapiantazioni sia dello sperone che della caruncola.

Ben altrimenti va la cosa nei rettili e negli altri vertebrati inferiori. Nelle lucertole per es. si riproduce la coda, e nei tritoni e nelle salamandre, secondo le esperienze classiche di *Plateretti*, *Spallazzani*, *Bonnet* ed altri si rigenera inoltre tutto un membro coi muscoli, vasi e nervi, e fino il globo oculare. *Bonnet* è giunto a far riprodurre per più volte di seguito un membro sul medesimo batracio. Eguale rigenerazione, ed anche più estesa, si osserva nei crostacei, negli araneidi, nei molluschi, nei raggiati. È cosa facile per l'osservatore d'imbattersi con uno di questi animali con membro del loro corpo in rigenerazione; ed è molto rimarchevole ed istruttivo pei naturalisti di seguirne il corso nei gli acquarii. Fra tutti si prestano bene i crostacei, questi cavalieri erranti del mare, i quali vanno soggetti a delle frequenti mutilazioni nei combattimenti che sostengono per disputarsi una preda od una femina o per altre cause. In poco tempo la rigenerazione è completa: in un *Homarus vulgaris* per es. *Milne-Edwards* ha visto riprodursi un'intera gamba nello spazio di un mese.

Da ultimo in altri animali la riproduzione giunge a tanto che da un pezzo si ricostruisce tutto l'animale.

Il lombrico diviso in due parti, entrambe si completano; ed oramai sono ovvie le esperienze delle idre o de' polipi di acqua dolce, che divisi in molti frammenti ognuno di questi si perfeziona in un animale. Non pochi polipi ed altri animali situati più bassi nella scala zoologica normalmente non si moltiplicano che per scissione, come ad esempio gl' infusorii.

VII.

L'alimentazione abbondante e ben diretta attiva il processo nutritivo. Tutto il segreto dello sviluppo significativo delle razze precoci di animali in Inghilterra ed in Francia ec. sta appunto nella quantità e nella scelta dell'alimento. Gli inglesi che sono i maestri ed i creatori propriamente delle razze precoci usano di dare ai vitelli un'abbondante razione di latte, e poi l'uniscono ad altre sostanze come il grano e torte di lino. Con ciò si ha un'alimentazione molto sostanziosa, ricca in acido fosforico ed in calce, e si può spiegare quindi il pronto sviluppo e notevole accrescimento sia dello scheletro che delle parti molli.

In secondo periodo poi danno radici carnosce, barbabietole ed altri alimenti ricchi di sostanze idrocarbonate evidentemente per lo sviluppo del grasso ed in generale delle parti molli.

L'alimentazione, tutto calcolato, nei suoi buoni esiti per la nutrizione è molto favorita dal clima e dalla temperatura, dai luoghi ove gli animali vivono. Il freddo e la secchezza dell'atmosfera richiedono un'attività sorprendente nello scambio materiale dell'organismo; ma appunto per le molte sottrazioni vi dev'essere un'alimentazione corrispondentemente abbondante. Al contrario nei luoghi a clima temperato, ad aria umida, le sottrazioni saranno minori e perciò stesso con minore alimentazione, pure gli animali restano ingrassati.

Da ultimo l'alimentazione, a prescindere dai componenti indispensabili per un alimento complesso, è fatta più attiva ed efficace da certi agenti come il cloruro di sodio, l'arsenico ec. Il cloruro di sodio oramai è di grande uso nell'economia rurale, e lo sanno bene gli allevatori di quanto vantaggio sia per la nutrizione; e l'arsenico è pure molto adoperato dalle popolazioni di luoghi montagnosi le quali l'amministrano ai loro animali e l'usano anche per sè. Gli animali sotto l'uso dell'arsenico diventano più forti, robusti, più atti alle fatiche, e gli uomini stessi che lo mangiano sono assai più forti; anzi son quelli che debbono mettere maggiormente in esercizio i loro muscoli pel loro mestiere di cacciatori di camoscio e simili animali.

VIII.

Volendo ora considerare particolarmente il processo nutritivo nei tessuti e negli organi ci resta poco a dire, in seguito a ciò che precede sul processo nutritivo in generale e dietro quel tanto che si è avuto occasione di esporre nella trattazione dei singoli tessuti.

Eccone intanto le cose fondamentali.

Tessuto germinativo. I suoi elementi sono cellule o nuclei. Questi però per ulteriore sviluppo si possono completare in cellule.

La sostanza albuminoide di queste come cresce alla periferia del protoplasma si sdoppia in mucina e gelatina. La prima è la base chimica della sostanza omogenea e la seconda delle fibrille. Siffatto modo di formazione della sostanza intercellulare spiega abbastanza da sé l'origine delle lamine; ed il continuo arrivo alle cellule, che se ne fanno centri, del plasma nutritivo, mentre contemporaneamente non cessa la produzione della sostanza intercellulare, lascia intendere anche sufficientemente bene come i canaliculi di comunicazione delle lacune devono essere formati. La sostanza intercellulare diviene parte fibrillare e parte omogenea appunto per la sua doppia composizione; ma si dispone variamente soltanto per la situazione dell'organo di cui fa parte e per la vascolarizzazione dello stesso. Così la forma fibrillare ordinaria di tessuto germinativo che si trova in quasi tutti gli organi prende probabilmente quella disposizione soltanto perchè questi stessi organi sono eminentemente vascolari, ed in conseguenza vi ha da pertutto abbondante filtrazione di liquido nutritivo, che naturalmente nello spandersi, spinge, preme, fa quasi anfrattuoso tutto il materiale intercellulare del tessuto germinale. Le fibrille si ammassano, si riuniscono e ne sorgono lamine, che altri chiamano fettucce. La forma rigida all'opposto ha pochi vasi; è situata in modo, come ad es. nei tendini, da sentire l'azione della distensione prima per accrescimento e poscia per movimento dei raggi ossei; ed infine non ha compito diretto germinativo, onde secondo le leggi innanzi stabilite la sostanza intercellulare dev'essere abbondante.

Nella forma mucosa la sostanza albuminoidea si metamorfosa essenzialmente in mucina; nella corneale in condrina; e nella varietà elastica in elasticina. È tuttavia indeciso se nel tessuto elastico passa in elasticina la sostanza intercellulare soltanto od anche quella proprio delle cellule. Però ciò dipende dall'incertezza delle conoscenze istologiche a questo riguardo, giacchè la chimica ne fa possibile la provenienza da una e dall'altra sostanza.

Nella varietà adiposa e nella pigmentacea è il contenuto proprio cellulare che si metamorfosa o in grasso o in pigmento. La chimica spiega la genesi del grasso per lo sdoppiamento dell'albuminoide in due gruppi: il gruppo azotato, e l'inazotato da cui poi derivano le sostanze grasse e le sostanze idrocarbonate (glicogene ec.). Quale è intanto la modalità dello sdoppiamento nella produzione del tessuto adiposo? Se accade nel nucleo e pel nucleo, o avviene soltanto nella cellula quando già il contenuto è stato elaborato, s'ignora tuttavia; il che fa tuttora dubitare del modo di nutrizione del tessuto germinale che è stato di già adiposo.

Comechessia il maggiore o minore deposito di grasso è in rapporto all'alimentazione sia dal lato qualitativo, che del quantitativo, alla produzione diminuita od accresciuta di secrezioni grasse, ed al riposo o lavoro dell'organismo. L'alimento che deve nutrire gli animali grassi deve necessariamente risultare da sostanze albuminoidi, da amido e da grasso: l'una di esse che manca può far fallire l'ingrasso. Inoltre le sostanze albuminoidi devono essere $\frac{1}{3}$ delle amilacee perchè l'ingrasso riuscisse bene; se si riducono anche ad $\frac{1}{5}$ il deposito di grasso sensibilmente diminuisce. La secrezione lattearia ec. accresciuta o pure soltanto comparsa, quando del tutto mancava, diminuisce il contenuto grasso delle cellule; infine il grande esercizio muscolare consuma grasso e quindi depauperava il tessuto adiposo. Al contrario il riposo lo fa crescere, giacchè tutta l'economia che si fa per il mancato lavoro è riversata nella sezione nutritiva del budget economico dell'organismo. Su ciò è poggiato il segreto della produzione delle razze precoci, delle razze d'ingrasso, onde Gerard, in un suo recente lavoro a proposito della razza bovina *Durham* che è rimarchevole per il suo ingrassamento e per il suo rapido sviluppo, ha potuto scrivere: « . . . bere, mangiare, ruminare e dormire nella più dolce quiete possibile, ecco ciò che costituisce tutto il forte del buco *Durham*, e la condizione *sine qua non* della sua vantaggiosa

situazione ». « *L'inazione, il riposo in mezzo all'abbondanza* » ecco il precetto che dovrebbero ben fissarsi in mente gli allevatori di bestiame, quando pretendono fare razze di animali destinati all'alimentazione.

Tessuto cartilagineo. La produzione della sostanza intercellulare è, come pel tessuto precedente e da per tutto, il risultato della metamorfosi della sostanza albuminoide delle cellule. È in massima omogenea, trasparente; ma diviene granulare per precipitazione di sali calcarei; finalmente fibrillare per un processo che non è tuttavia determinato; e finalmente può subire la metamorfosi elastica, come precisamente è il caso della cartilagine reticolata. Le cellule si ringiovinano mercè gli elementi del pericondrio, e di quelli che vengono direttamente dai vasi. Però si moltiplicano e quindi anche per virtù propria si ringiovinano. Secondo le osservazioni di *Harting* quando si paragona una cartilagine costale di un neonato e di un adulto le cavità cartilaginee della seconda, oltre già che sono l'una dall'altra più distanti (e ciò si capisce per la nota legge della produzione della sostanza intercellulare), sono diminuite. Probabilmente è da intendersi per fusione reciproca, tanto più che fino ad un certo punto diventano più grandi. Per contrario nella cartilagine fibrosa coll'età vengono ad impicciolirsi.

Tessuto osseo. Sviluppatosi il tessuto osseo e quindi l'osso dalla cartilagine o dal tessuto germinale a traverso la metamorfosi di questi tessuti in tessuto osteogeno (1), le due fasi del processo nutritivo vengono effettuate per una doppia via, come abbiain visto anche nel caso precedente, sebbene qui è anche più complicato. Le cellule ossee sono il centro dell'assimilazione e della produzione della base organica della sostanza intercellulare, la quale come si è prodotta per metamorfosi del composto che forma le cellule si viene a combinare con i sali calcarei che vengono depositate dal plasma nutritivo e quindi dal sangue. Gli elementi nutritivi, le cellule l'assorbono dal plasma che riempie le lacune ed i canalicoli ossei, e nel quale esse guazzano.

Il rinnovamento poi o l'accrescimento delle cellule ossee è fatto dal periostio e dal tessuto midollare dei canali aversiani per la

(1) Per i minuti dettagli dell'ossificazione della cartilagine e del tessuto germinale veggansi le Lezioni XI e XII.

sostanza compatta, e da quello delle cavità midollari ec. della sostanza spongiosa, nel senso della larghezza o della spessorezza dell'osso, e delle cartilagini epifisarie (per le ossa lunghe) e da quelle sularali delle ossa piatte nel senso della lunghezza. Questo movimento così complesso, con differente estensione, avviene sia nella vita fetale che nell'extrauterina, ed in ogni caso il tessuto germinativo ed il cartilagineo non passano ad osso se prima non hanno attraversata la fase osteogena, il che importa tanti cambiamenti che noi abbiamo di già esaminati.

La configurazione particolare del tessuto osseo nelle differenti parti dello scheletro, od in altri termini la forma propria delle ossa è dipendente dalla disposizione del perieondrio o delle lamine di tessuto germinale per ciò che riguarda le ossa piatte. L'accrescimento in lunghezza od in estensione delle ossa lunghe e piatte è possibile fin quando non si ossificano le cartilagini d'accrescimento od epifisarie delle prime e le suture delle seconde. Quando questa ossificazione è prematura si hanno i pigmei ed i microcefali. L'accrescimento intanto può essere ostacolato sol per mancanza di movimento nella parte, come accade quando un arto è paralizzato avanti la pubertà; ed è in cambio agevolato da una buona alimentazione e da una ben condotta igiene, siccome abbiamo dinanzi citato. Gli organi contenuti nelle cavità che le ossa limitano hanno anche la loro influenza sull'accrescimento di queste. Così la midolla racchiusa nel canale midollare, come aumenta coll'ingrassamento, così ha un'azione meccanica sempre crescente sullo sviluppo delle ossa. La massa encefalica col suo sviluppo ha l'identico influsso sulle ossa del cranio: se non che l'accrescimento non è mai fatto in un modo uguale ed uniforme in tutte le suture, onde si può intendere per ciò, secondo Virchow e Meyer, che non pochi teschi sebbene hanno l'istesso volume sono però di differente forma. L'irritazione del periostio ha per conseguenza una proliferazione ossea, siccome la sua pressione o la distruzione ha risultati opposti. Quando si toglie l'osso e resta il periostio, si ha una nuova riproduzione di esso. Questo fatto, messo in luce dapprima dal nostro Troja (1), è servito come punto di partenza per assodare la vera dottrina della riproduzione delle ossa ed è servito come base di una estesa e portentosa pra-

(1) MICHELE TROJA. *De novorum ossium regen. experim.* 1175.

tica chirurgica nella nostra specie. Il periostio negli animali giovani può essere trapiantato a piacere da un punto ad un altro, e sia che resti in connessione coi vecchi vasi, o che la stabilisca con altri del luogo ove è stato trapiantato avviene formazione di nuovo osso. Ciò può accadere anche negli animali adulti; ma il processo certamente è assai meno rigoglioso. Un'alimentazione priva di sali calcarei è perniciosa per la vita delle ossa: porta ostacolo a che altre se ne sviluppassero, ed assottiglia e rammollisce quelle già fatte, per scalificazione. Viceversa un'alimentazione ricca di sostanze calcaree, e particolarmente di acido fosforico e di calce le fa nutrire rigogliosamente, siccome è appunto il caso già menzionato, delle razze precoci di buoi e di altri animali, che nel primo periodo si sviluppano singolarmente nello scheletro per un'adattata alimentazione.

Epiteli. Poco si può dire di ben determinato sui fenomeni nutritivi degli epiteli. È un argomento che merita tuttavia uno studio rigoroso, che ci auguriamo prossimo.

I fenomeni assimilativi di questi tessuti sono molto significanti, ed una prova lampante se n'ha osservando un taglio di epitelio stratificato pavimentoso, il quale nel primo strato a cominciare dall'interno è fatto da cellule piccole allungate, e senza parete, e poscia progressivamente i suoi elementi si accrescono nel protoplasma, acquistano una parete, e questa anche una struttura. Anche migliore la pruova può aversi con un taglio di epitelio vibratile. Il primo strato risulta da cellule piccole ed incompiute come l'anzidetto, e poscia a poco a poco si sviluppano da giungere sino alla cellula vibratile, cioè a dire ad un elemento conico con ciglia alla base, che è la parte libera. Tutto ciò dunque prova che la fasc assimilativa è realmente significante in questi tessuti, i quali, abbenchè senza vasi, ricevono il plasma nutritivo dai vasi del corion delle membrane su cui sono distese e da quelli della compage degli organi di cui fanno parte; e si diffonde facilmente in essi sia perchè non vi si trova sostanza intercellulare (epitelli glandolari), sia perchè anche essendovi è in poca quantità e molto diffusibile (epitelli propriamente detti).

Corrispondentemente all'attiva assimilazione vi è una continua riproduzione: tale per lo meno la dimostrano la crescita continua delle unghia, l'allungarsi senza interruzione dei capelli, e lo

sfaldamento perenne degli epiteliî delle mucose ec. Ma intanto questa riproduzione è conseguenza della proliferazione delle cellule epiteliali, o pure è un rinnovamento morfologico in sostanza per parte degli elementi del tessuto germinale sottostante o dei leucociti ?

Quando si sottopone al microscopio un taglio completo di cute si ha ad osservare tra l'epitelio e gli elementi del corion un forte distacco per costituzione morfologica, ed in conseguenza chimica, tra l'uno e gli altri, separati inoltre dalla membrana basale del corion della cute. I primi elementi dell'epitelio sono delle piccole cellule cilindroidi ma con poco protoplasma, e quelli del tessuto germinativo del corion sono dei semplici nuclei; gli uni hanno una composizione differente dagli altri; insomma chi è in condizione di fare simili osservazioni vede chiaro che vi è un sensibile distacco tra gli uni e gli altri, e non si può stabilire per ciò un graduale passaggio tra essi. Tutto ciò ha servito per far combattere l'opinione di coloro che credettero al ringiovanimento dell'epitelio pel tessuto germinativo sottostante. Imperciocchè *Thiersch* ha potuto sostenere che era uno sforzare molto i fatti quando si voleva ammettere una metamorfosi siffatta; gli si voleva far dire quello che non potevano; infine quella graduale metamorfosi che nel fatto mancava, la si stabiliva nella mente facendo così un ponte a traverso la membrana basale. Quindi l'epitelio si sarebbe ringiovanito per virtù propria, per attività, per proliferazione dei suoi elementi. Il singolare però si è che mentre la riproduzione degli epiteliî è continua ed attiva, non abbastanza attiva, anzi propria nulla nelle condizioni normali, è la proliferazione dei proprii elementi, come si può constatare osservando bene il corpo mucoso del *Malpighi* particolarmente in quei punti ove la crescita è notevole (unghia ec.). Di talchè l'osservazione diretta e su tessuto morto non appoggia neppure l'altra dottrina; ed in cambio fa molto plausibile la prima. In effetti quando la riproduzione degli epiteliî è attiva e continua, e non pertanto non vediamo l'ombra della proliferazione, bisogna concludere che gli elementi devono rinnovarsi diversamente, e qui non si ha ad ammettere altro modo che il passaggio dei nuclei sottostanti in cellule epiteliali. Nè è da meravigliarsi che non ci si trova il graduale passaggio, quando si pensi che i nuclei, attraversati che hanno per movimenti proprii la membrana basale, si trovano in un al-

tro ambiente, sotto altri stimoli, ed a norma di questi reagiscono e si configurano; quindi devono distaccarsi sensibilmente dai nuclei che restano o che non ancora si son mossi dal corion sottostante.

Vi hanno parte, ed in che proporzione se si, i leucociti del sangue contribuiscono al rinnovamento istologico degli epiteli?

Nulla per ora sappiamo per quanto riguarda questa partecipazione nelle condizioni normali; ma nelle patologiche di certo non può mancare, giacchè, come di sopra mi trovo di aver già riferito, io ho potuto constatare nei cani l'arrivo sul corion cutaneo, nel corpo mucoso, di leucociti bollati col carminio nei punti ove, dopo l'iniezione della sostanza colorante nel sangue, aveva prodotta una vescicazione.

Lente cristallina. È produzione epiteliale, siccome abbiamo di già visto, ed i suoi elementi continuano a svilupparsi da epitelio anche nell'età adulta. Secondo le osservazioni di *Valentin*, *Sommering*, *Textor* e *Meyer* confermate poscia da altri la lente continua a crescere coll'ajuto della capsula. Le cellule epiteliali di questa a poco a poco si sviluppano a tubi, i quali si dispongono nel senso delle due superficie. *Harting* qui come altrove osservò che pochissimo o quasi niente i tubi s'ingrossano per l'età; in cambio aumentano di numero nel senso dalla periferia al centro, onde i tubi superficiali e vicini alla capsula sono i più giovani. Il plasma nutritivo si diffonde pei tubi a traverso il loro interno e li nutrice. Nel periodo fetale il plasma si filtra dal sangue della rete dei vasi che arrivano sino alla capsula, e nell'adulto da quello dei vasi delle parti vicine. L'umor acqueo può servire per ciò anche da intermezzo siccome accade più precisamente nei casi di rigenerazione. Le ferite della capsula si guariscono più facilmente negli animali che nell'uomo, sebbene però in questo quando la guarigione avviene è sempre, secondo ha osservato *Donders*, più completa.

Del tessuto muscolare e del tessuto nervoso non resta null'altro a dire di positivo oltre quello che già mi trovo di aver cennato nella trattazione speciale dell'istologia di entrambi i tessuti. Devesi quindi riconoscere che su quest'argomento molto resta a sapersi.

IX.

Dovrei ora qui trattare dei processi funzionali riguardati in ciò che essi hanno di generale per le condizioni di sviluppo, gli atti di evoluzione e scopo finale della loro produzione. Ma qui per ora non potrei che ripetere quel tanto che si compete alla storia fisiologica speciale di essi riguardati come funzioni, ed è perciò che dopo quello che si è detto nella Lezione XVI, pel resto devo rimandar alla Fisiologia dell'*Hermann*, il quale in trattando delle singole funzioni come ad esempio di quella dei muscoli (processo riduttivo), dell'altre delle glandole mammarie e sebacee (processo riduttivo istologico) ec., ha stupendamente raccolto quanto di meglio si può dire oggi sull'argomento.

In capo all'attuazione dei processi funzionali stà la distruzione delle cellule; gli è quindi per l'istessa ragione che qui trasando anche di parlare della morte cellulare, le cui condizioni promanano esclusivamente dalla storia dei processi funzionali.

Non mi resta per ciò che a ripetere il voto, acciocchè in un avvenire prossimo io possa avere i mezzi del continuo progresso della scienza e dall'incremento delle individuali condizioni per completare l'abbozzo che io ho voluto dare dei processi cellulari.

FINE

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

Le Figure contenute nelle seguenti tavole, ove non venga altrimenti dichiarato nel corso della spiegazione, sono tutte tratte da preparati imbevuti al carminio e conservati nel mastice di gomma. Il Microscopio, di cui mi son servito, è il medio modello di *Hartnack*. Per l'ingrandimento credo soddisfare più all'esattezza indicando il solo sistema delle lenti. Il sistema, quante non è notato nella spiegazione di ogni singola figura, è quello dell'obbiettivo N. 7. coll'oculare N. 4.

TAVOLA I.

Corpuscoli, Concrezioni, Cristalli, Cellule ed Equivalenti cellulari o colonie cellulari.

Fig. 1. Corpuscoli amilacei presi dalla prostata e dalle vescichette spermatiche di un vecchio cavallo.

a — piccoli corpuscoli; b — grossi corpuscoli; c — concrezione.

Fig. 2. Cristalli di ematoidina presi da un vecchio focalajo emorragico dell'uomo.

Fig. 3. Cristalli di carbonato di calce che si trovano nell'organo dell'udito, od otoliti dell'uomo.

Fig. 4. Uovo di gatta.

a — nucleolo (macchia di *Wagner*); b — nucleo (vescichetta di *Purkinje*); c — contenuto (vitello); d — zona pellucida o membrana vitellina.

Fig. 5. Cellule adipose del cavallo prese in un punto del mesenterio.

a — nucleo; b — parete cellulare; c — contenuto (grasso). In d — si hanno cellule adipose con i cristalli del miscuglio di acido palmitinico e stearinico (margarina).

Fig. 6. Mieloplassi.

a — varietà multonucleare; *bb* — varietà unonucleare.

Fig. 7. Cellule epiteliali cilindriche dell' intestino.

a — cellule col cerchio di striature alla base; *bb* cellule coniche senza striature alla base.

Fig. 8. Cellule epiteliali fusiformi (endotelio dei vasi).

Fig. 9. Mucosa respiratoria con epitello stratificato vibratile.

a — cigli vibratili attaccati alla base di ogni cellula; *bc* cellule corrispondenti; *d* — cellule dello strato inferiore di varia forma tra la concentrica e l' ellissoidale (cellule che rinnovano quelle vibratili dello strato superiore); *e* — stroma della mucosa.

Fig. 10. Cellule claviformi (endotelio dei vasi).

Fig. 11. Globuli rossi del sangue con e senza nucleo.

a — globulo rosso di rana visto sul piatto; *b* — lo stesso visto di lato, ed è notevole la biconvessità nel mezzo dipendente dal nucleo.

c — globuli rossi del sangue dell'uomo visti sul piatto (dischi biconcavi senza nucleo); *d* globulo visto di lato, ed è notevole la biconcavità.

Fig. 12. Cellule stellate.

A — Cellula multipolare nervosa del midollo spinale di Bue secondo *Deiters*.

a — prolungamento nucleare (cilindro assile); *b b b* — prolungamenti protoplasmatici ramificanti; *d* — protoplasma; *e* — nucleo con nucleolo.

B. Cellula nervosa di un ganglio simpatico di un uomo adulto.

C. Cellula nervosa di una circonvoluzione elettrica del cervello della torpedine. Si nota la struttura fibrillare del protoplasma e dei suoi prolungamenti secondo *Schultze*.

Fig. 13. Fibro-cellule muscolari.

A — Elementi separati.

a fibrocellula fresca con nucleo bastociniforme; *b c* fibrocellule ramificate ai poli.

B. Elementi riuniti in fasci (figura ricavata da un preparato di tunica muscolare uterina di Cagna gravida).

a — tessuto germinativo interstiziale; fibre tagliate di trasverso con il nucleo al centro.

Fig. 14. *Equivalenti cellulari, colonie cellulari.*

Fibra muscolare striata: *a* — sarcolemma; *b* — nuclei dello stesso; *c* — contenuto striato.

Fig. 15. Fibre nervose.

A — Fibre orlate: *a* — guaina di Schwann nucleata; *b* guaina midollare coagulata alla periferia (dove il doppio contorno); *c* — cilindro assile.

B Fibre grigie.

D — Porzione di un cordone di midolla spinale dell'uomo per rappresentare le fibre medullari tagliate di trasverso.

a — fibre nervose coll'asse cilindrico nel mezzo; *b* — tessuto intersuiale (nevroglio).

TAVOLA II.

Cellule epiteliali, cellule cartilaginee e vegetali. Uova di elminti in differente grado di sviluppo: Figure riguardanti i movimenti amebiformi.

Fig. 16. A — Cellule epiteliali della mucosa boccale di un feto equino a 7 mesi, vedute a forte ingrandimento (Ocul. n. 4, Obb. numero 9). Si notano alla periferia di ogni cellula le striature.

a — nucleo; *b* — protoplasma granulare.

B. Questa figura rappresenta i limiti del corpo mucoso del Malpighi e dello strato di Oehl o strato lucido dello zoccolo di un feto equino a 7 mesi. Eccetto il corpo piramidale o fettonc, lo zoccolo del cavallo può ritenersi fatto dallo strato di Malpighi e dallo strato lucido particolarmente configurato; e del quale darò in appresso un'altra figura. Estendendo la nozione può dirsi lo stesso dello zoccolo dei ruminanti, ma non così dei cani il cui cuscinetto plantare è fatto dallo strato di Malpighi, dallo strato lucido e dallo strato corneo forse meglio detto epidermoidale. Ricovrono soltanto due strati, il corpo mucoso del Malpighi e lo strato lucido, la pelle nuda sopranasale del cane.

Fig. 17. Cellule vegetali prese da una nascente radice di una orchidea (*Epidendrum elongatum*). È evidente la rassomiglianza colle cellule di cartilagine rappresentate nella fig. seguente.

a — nucleo; *b* — protoplasma: qui è uniformemente granulare,

ma nel preparato i granuli rappresentati erano commisti a globulini di amido che trattati col jodo davano la colorazione blu caratteristica; *c* — limite del protoplasma o parete interna (oltricolo primordiale di Mohl); *d* — membrana esterna o cellulosa.

Fig. 18. Cellule cartilaginee prese da un anello cartilagineo di trachea (Ocul. n. 4. Obb. n. 9). Una fra essa si è scissa in due, ed entrambe sono circondate dalla eosì della parete esterna o capsula cartilaginea (impropriamente detta cellula madre).

a — nueleo; *b* — protoplasma; *c* — limite del protoplasma, che nelle cellule presso a vecchiezza può condensarsi a parete (parete interna); *d* — capsula cartilaginea o limite della sostanza intercellulare (parete esterna); *e* — sostanza intercellulare o sostanza fondamentale.

Fig. 19. Questa figura e le due seguenti comprendono i diversi stadii di sviluppo dell' *Ascaris marginata*, elminto che si trova molto comunemente nel tenue del cane.

A — Fondo dell' ovaja dell' Asearide con parete che si nota in *b*, e con un contenuto e fatto da nuelei in istato di moltiplicazione. (Ocul. n. 3, Obb. 9).

B. Altra parte dell' ovaja, ove si notano oltre la parete *e*, i nuelei, *f* fatti più grossi e distinti, ed una materia granulare internucleare *g*, verosimilmente prodotto di elaborazione dei nuelei. (Ingrand. come sopra).

II — Contenuto dell' ovaja in un punto più prossimo all' utero. I nuelei si sono un pò più ingrossati *i*, e comincia già il lavoro di segmentazione della massa amorfa o se vuolsi di aggregazione della stessa attorno ciascun nueleo *l*. (Ocul. n. 4. Obb. n. 9).

Fig. 20. Forma di divisione della massa suddetta. Cumulo ellissoidale che si segmenta in tanti eumuletti irregolarmente triangolari *a*, avendo ciascuno un nueleo *b*.

Fig. 21. A — Cumulo separato ed ingrandito. B — Lo stesso in via di ulteriore sviluppo: cangia forma e da triangolare si avvicina all' ellissoidale. C — Lo stesso più sviluppato; ha preso forma sferoidale ed il protoplasma condensatosi alla periferia accenna già all' inizio della parete. D, E — Uova belli e completi: *a* — parete a struttura complessa; *b* — contenuto (vitello); *c* — nueleo.

Fig. 22. A, B, C — Uova a differente grado di segmentazione. D, E — Uova coll'embrione bello e sviluppato. All'osservazione se ne notano i movimenti vivacissimi per cui si avvolge nell'interno in varia guisa.

Fig. 23. Questa figura comprende gli stadii di sviluppo della *Spiraptera megastoma*, altro elminto nematode che vive frequentemente in cisti sottomucose dello stomaco del cavallo.

a, b, c — Sviluppo della cellula uovo da un nucleo; *d* e — principio della segmentazione; *f g* — continuazione dello stesso processo ed accrescimento dell'uovo; *h* — inizio dello sviluppo dell'animale; *i* — continuazione dello stesso processo; *k l m* — embrioni liberi dell'animale più o meno raddrizzati.

Fig. 24 *Amoeba radiosa* nelle sue diverse forme per contrattilità del sarcode.

Fig. 25. Cellula pigmentacea (cromatoforo) della membrana interdigitale della rana nelle sue diverse forme per contrattilità del protoplasma.

Fig. 26. Corpuscoli bianchi del sangue in movimento con granuli colorati nell'interno che hanno mangiato dal mestruo in cui si sono osservati, e nel quale si era messo del cinabro in polvere, del bleu di Prussia, e del bleu di anilina. (L'osservazione è fatta al tavolino riscaldabile di *Schultze* da questo stesso autore).

Fig. 27. Ancora globuli bianchi del sangue in movimento.

Fig. 28. Cellule ameboidi o cellule contrattili del tessuto germinale.

Fig. 29. Globuli rossi del sangue e diverso loro atteggiamento sotto l'azione del calore (*Schultze*).

Fig. 30. A — Cellula vegetale. B — La stessa irritata con la corrente elettrica (*Kühne*).

Fig. 31. Zoospermi.

Fig. 32. Zoospore.

Fig. 33. *a* — Spora del *Fucus vesiculosus* L., circondata dagli anterozoidi *b*.

Fig. 34. *a* — Anteridio della stessa pianta; *b* — anterozoidi emessi dall'anteridio.

TAVOLA III.

Forme del tessuto cartilagineo.

Fig. 35. Cartilagine reticolata — Taglio fatto su una cartilagine aritrnoide del cavallo.

a — cellule cartilaginee; b — zona di sostanza jalina; c — rete elastica della sostanza intercellulare.

Fig. 36. Cartilagine jalina : taglio preso dal setto nasale di un vecchio cavallo.

a — sostanza intercellulare jalina; b — sostanza intercellulare divenuta quasi fibrillare.

Fig. 37. Cartilagine reticolata : taglio fatto su una cartilagine auricolare del cane. Vi è di notevole la calcificazione della sostanza intercellulare e la pigmentazione del nucleo.

a — sostanza intercellulare calcificata; b — nucleo cellulare pigmentato.

Forme e varietà del tessuto germinativo.

Fig. 38. Corpuscoli germinativi della cornea trattati al cloruro d'oro.

a — corpuscolo corneale; b — sostanza albuminoide precipitata del liquido plasmatico che riempie i canali o le lacune umorifere; c — lacune canaliculate.

Fig. 39. Canali o lacune umorifere dell'albuginea del testicolo del cavallo messi in evidenza col trattamento al nitrato di argento.

Fig. 40. Canali o lacune umorifere della cornea della rana messe in evidenza col trattamento al nitrato di argento.

Fig. 41. Forma fibrillare ordinaria del tessuto germinativo (connettivo arricciato di Schwann).

a — corpuscolo; b — sostanza intercellulare fibrillare.

Fig. 42. Taglio del corion di una sierosa (pleura).

a — spazii linfatici nei quali menano direttamente le aperture o gli stomi interendoteliali.

Fig. 43. A. Forma adenoide del tessuto germinativo.

a -- Leucociti nelle maglie della rete del tessuto.

B — Reticolo adenoide della sostanza midollare delle capsule surrenali.

Fig. 44. Capillari dell'intestino di lumaca trattati col nitrato di argento

Fig. 45. Due capillari della jaloidea della rana tra i quali una anastomosi che diverrà tubolare (*Eberth*).

Fig. 46. Forma rigida del tessuto germinativo.

A — Taglio trasversale del tendine perforante del cavallo.

a a — corpuscoli racchiusi in lacune comunicanti tra loro con canalicoli finissimi e flessuosi.

B. Taglio longitudinale dello stesso tendine.

a a — corpuscoli visti per lo lungo e situati in canali (b) che corrono longitudinalmente al tendine e dilatati in corrispondenza dei corpuscoli.

Fig. 47. Corpuscoli della corioidea del Cavallo o varietà pigmentica del tessuto germinativo (*F. Müller*).

Fig. 48. Taglio di cornea del cavallo, fatto in vicinanza della sclerotica, imbevuto al carminio e conservato nel balsamo del canadà. Serve a mostrare la forma corneale del tessuto germinativo.

a — strato epiteliale della cornea; b — epitelio della congiuntiva bulbare colle cellule pigmentate; c — tessuto corneale; d — elastica posteriore.

Fig. 49. A. Rete di tessuto elastico del cuscinetto plantare del cavallo.

B — Idem con fibre a differente grado di sviluppo.

C — Rete elastica (membrana fenestrata) dell'aorta.

TAVOLA IV.

Tessuti, osseo e dentario. Epitelio ed Endotelio.

Fig. 50. Taglio di una tibia (Epifisi superiore) di feto sviluppato di coniglio.

a — cartilagine d'inerostamento; b — cartilagine epifisaria o di accrescimento; c — strato esterno del periostio fatto da tessuto germinativo; d — strato interno del periostio o strato delle cellule osteogene; e — punti in cui la cartilagine si è fusa e la sostanza intercellulare calcificata è già stata riassor-

bita: le cellule restano libere a formare le cellule midollari dapprima, e quindi le osteogene o gli osteoblasti; *f* — lamine ossee della sostanza spongiosa con corpuscoli ossei.

Fig. 51. A. Cellule ossee prese da un femore di cane, trattato il femore prima all'acido idroclorico allungato.

a — protoplasma prolungato in poli *c*; *b* — nucleo circondato da protoplasma fortemente granulare.

B — Corpuscoli ossei anche detti *osteoplasti*. Sono ritratti neri perchè ripieni di aria nel momento dell'osservazione.

a — corpuscolo o corpo dello stesso; *b* — processi canalicolari con cui il corpuscolo comunica coi corpuscoli vicini.

C — Corpuscolo osseo con la cellula contenuta al di dentro.

Fig. 52. Taglio trasverso della sostanza ossea composta di una tibia.

a a — cilindro osseo con entro il canalicolo di *Havers* tagliato di trasverso (*c c*); *b* — lamine ossee intermedie o fondamentali.

Fig. 53. Taglio longitudinale del metacarpo principale del cavallo.

a a — canaliculi di *Havers*, *b b* — lacuna di *Havers* alla quale convergono nel preparato tre canaliculi; *c* — strato di cellule osteogene. È più che probabile che questa lacuna era in via di riparazione.

Fig. 54. A — Canaliculi dentarii.

B — *odontoblasti* o cellule che si trovano alla superficie della papilla dentaria, e che mandano prolungamenti nei canaliculi.

Fig. 55. Taglio di cute di un feto di cavallo per dimostrare la formazione delle ghiandole cutanee.

a — corion cutaneo; *b* — corpo mucoso del *Malpighi*; *c* — strato lucido molto sviluppato; *d* — infossamento del corpo mucoso del *Malpighi*, d'onde promaneranno gli organi glandolari della cute.

Fig. 56. Taglio di cute di un feto di cavallo.

a — corion; *b* — corpo mucoso del *Malpighi*; *c* — strato lucido.

Fig. 57. Epitelio della coroidea del cavallo.

Fig. 58. Endotelio del peritoneo del cavallo.

Fig. 59. Endotelio della pleura del coniglio.

a b — aperture o stomi interendoteliali.

TAVOLA V.

Tessuto glandolare e glandole.

Fig. 60 Taglio del duodeno di cavallo dimostrante schematicamente la istologia topografica della mucosa, ed in particolare modo la sezione di una glandola di *Brunner*.

a a — Limiti della mucosa con l'accento dei villi, delle glandole del *Galeati* (di *Lieberkum*) e dello strato muscolare sottomucoso.

b b — Tabi ghiandolari tagliati di trasverso; e *c* — epitelio ghiandolare.

Fig. 61. Schema della glandola di *Brunner*. Dopo il lavoro di *Sehlemmer* si sa che non si debbono riguardare più come glandole acinose. Vedi *Paladino. Nota sullo schema delle glandule di Brunner nel Bollettino dell'Associazione di Medici e Naturalisti. Anno 2. 1871.*

Fig. 62. Taglio della mucosa intestinale di un cagnolino lattante.

a a — Glandole del *Galeati* e loro epitelio.

Fig. 63. Glandole di *Galeati* del cane tagliate di trasverso.

a a — Glandole col loro epitelio; *b b* — tessuto germinativo interstiziale.

Fig. 64. Taglio trasversale di una piramide midollare del rene di cavallo.

a — Canalicolo *Belliniano* confluyente o propriamente escretore rivestito di epitelio cilindrico; *b b* — canaliculi secernenti rivestiti di epitelio pavimentoso od anche di transizione; e *c* — vasi capillari; *d d* — tessuto germinale interstiziale.

Fig. 65. Glandole sebacee del cavallo sbocceanti nel bulbo pilifero.

a a — Epitelio glandolare pavimentoso: si è ommesso di rappresentarlo in degenerazione grassa; *b b* — sbocco delle glandole.

Fig. 66. A. Taglio della mucosa del bacinetto renale del cavallo.

a — Epitelio pavimentoso stratificato che riveste la superficie della mucosa; *b* — sbocco delle glandole; *c* — corpo delle glandole.

Per maggiori dettagli su queste glandole non ancora da altri descritte vedi: *Paladino. Di alcune glandole della mucosa del bacinetto renale ecc. Bullettino dell'Ass. di Medici e Naturalisti 1870.*

del mesenterio del gatto e dei corpi tattili dell' Uomo ecc. , si riscontri *Paladino*: Nuove ricerche sui corpuscoli di *Pacini*. *Atti della R. Accademia delle scienze fisiche e matematiche di Napoli* 1867.



506626

Fig. 6

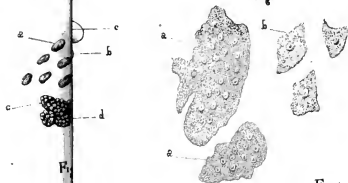
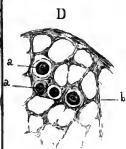
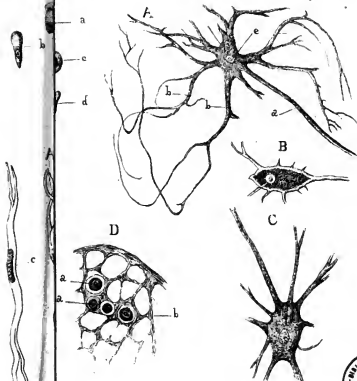


Fig. 12





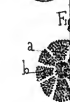


Fig. 29



Fig. 31



Fig. 27



Fig. 28



Fig. 30





Fig. 49

B



G



Fig. 46

a

B



A

a

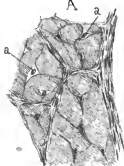


Fig. 48

a

b

c

d

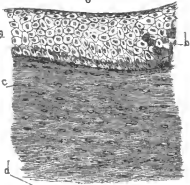


Fig. 47



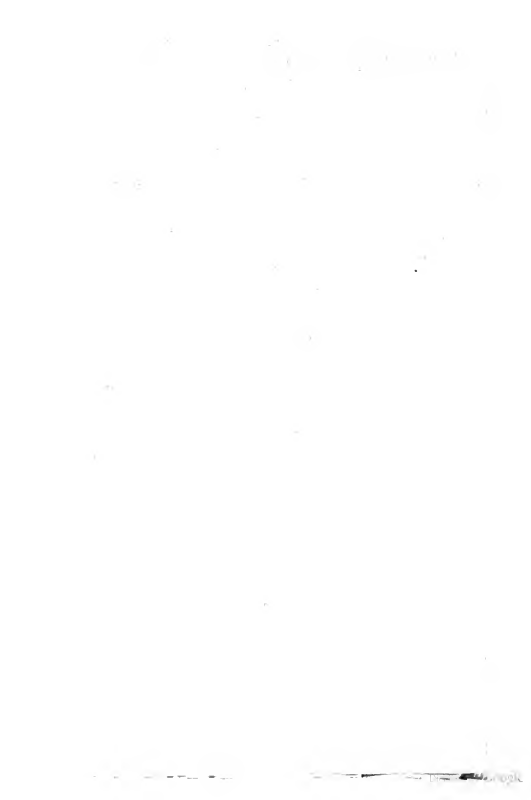


Fig. 50

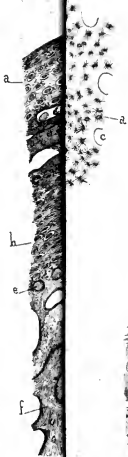


Fig. 54



A



Fig. 57



Fig. 58



Fig. 56

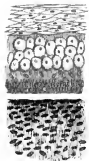


Fig. 59



Præcisum dux. e. lit.

Præcisum





Fig. 60



Fig. 62

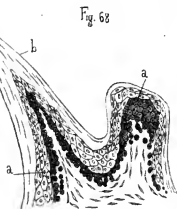


Fig. 67

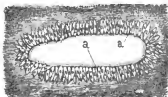
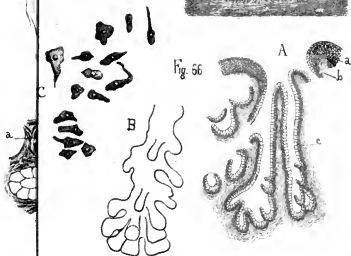
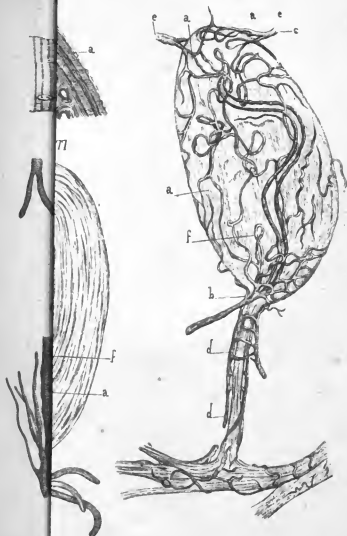


Fig. 66



1

Fig. 78





506626

